

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-070065

(43)Date of publication of application : 10.03.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 7/20

G03F 9/02

(21)Application number : 08-225474

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 27.08.1996

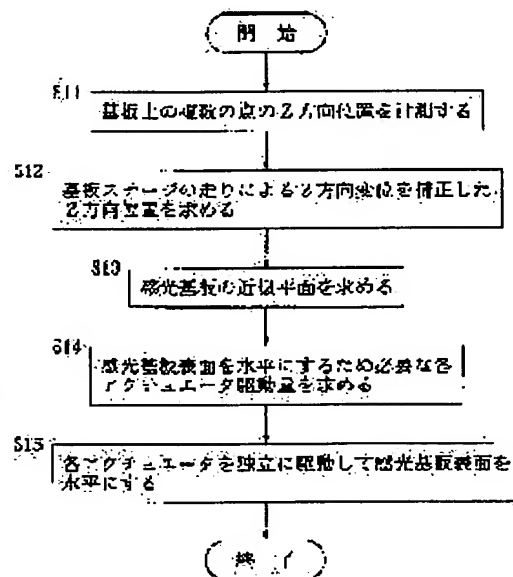
(72)Inventor : MURAYAMA MASAYUKI
IMAI YUJI

(54) ALIGNER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an aligner which performs leveling control without being affected by a displacement in a Z direction caused by running of a substrate stage.

SOLUTION: A displacement in a Z direction caused by running of a substrate stage is previously measured and stored in an aligner. Displacements in the Z direction of the substrate stage already stored for XY coordinate points at a plurality of measurement points are subtracted from height positions at the plurality of measurement points on a photosensitive substrate actually measured while the substrate stage being moved to thereby correct an error resulting from running of the substrate stage (step S12) and to find a true tilt of the surface of the photosensitive substrate (step S13). Based on the tilt, leveling control is carried out.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.08.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The projection optical system which projects the pattern formed in the mask on a sensitization substrate, The loaded substance table holding said sensitization substrate, and the stage for positioning which positions said loaded substance table along with a two-dimensional moving coordinate, A stage coordinate measurement means to detect the location of said loaded substance table within said two-dimensional moving coordinate, A height measurement means to detect the deflection of the direction of an optical axis of said projection optical system from the front face of said sensitization substrate to predetermined datum level in the measure point fixed to said two-dimensional moving coordinate, A leveling means to adjust the dip of said loaded substance table to said stage for positioning, In an aligner including an operation means to compute the controlled variable of said leveling means required in order to make the front face of said sensitization substrate in agreement with said datum plane, and the control means which controls said leveling means based on the result of an operation of said operation means It has a storage means to make an amount correspond to the location of said loaded substance table measured by said stage coordinate measurement means, and to memorize it. the direction of an optical axis of said loaded substance table produced in said measure point when said stage for positioning moves along with said two-dimensional moving coordinate -- a variation rate -- the direction of an optical axis of said loaded substance table on which said operation means is memorized by said storage means from the measurement value by said height measurement means -- a variation rate -- the aligner characterized by computing the controlled variable of said leveling means based on the value which deducted the amount.

[Claim 2] The aligner according to claim 1 characterized by having a means to compute a focal location based on the amount of displacement of the direction of an optical axis of said loaded substance table memorized by the focal location to a contiguity shot, and said storage means.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to an aligner equipped with the leveling means for making especially the front face of a sensitization substrate in agreement with the image formation side of a projection optical system about the aligner used at the photolithography process for manufacturing a semiconductor device, a liquid crystal display device, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, in case a semiconductor device etc. is manufactured using a photolithography technique, the aligner which carries out projection exposure is used for each shot field on sensitization substrates, such as a semi-conductor wafer with which the pattern formed in a photo mask or reticle (henceforth a mask) was applied to sensitization agents, such as a photoresist, through the projection optical system, or a glass plate. The so-called aligner of the step-and-repeat method which lays a sensitization substrate on a freely movable substrate stage two-dimensional, is made to carry out stepping of the sensitization substrate by this substrate stage as an aligner, and repeats the actuation which carries out sequential exposure of the pattern image of a mask to each shot field on a sensitization substrate, especially the aligner of a cutback projection mold are used abundantly. Moreover, while it is cutback projection and a scan exposure method performs pattern exposure to each shot field on a sensitization substrate, the aligner of step - which performs migration between each shot by the stepping method, and - scanning method is also used.

[0003] Since a projection optical system with the shallow depth of focus with large numerical aperture is used, in order to imprint a detailed pattern in high resolution in an aligner generally, the leveling control for doubling the tilt angle of the front face of a sensitization substrate with parallel at the tilt angle of the image formation side of a projection optical system and the autofocus control which doubles the height (focal location) of the front face of a sensitization substrate with the location of the image formation side of a projection optical system are needed.

[0004] In order to perform leveling control, to measure the average amount of inclinations of the whole sensitization substrate front face or a local part to accuracy is needed. Various things are proposed by JP,3-5652,B, JP,4-42601,B, U.S. Pat. No. 4,084,903, U.S. Pat. No. 4,383,757, etc. from before as the measurement approach. For example, in three or more points on a sensitization substrate, the height location of the direction of an optical axis (Z direction) is measured by gap sensors, such as an air micrometer, the approximation flat-surface type of a sensitization substrate front face is specified based on the measurement value, and the leveling device with which a substrate stage is equipped so that the approximation flat surface may be in agreement with the image formation side of a projection optical system is driven. Moreover, it is the shot field which exists in the boundary region of a sensitization substrate conventionally, and was exposing in the focal location of the shot field where focal location detection light is kicked and autofocus control adjoins the shot about a difficult shot field.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It is fixed to the body of equipment and the sensor which measures the height location of the Z direction of a sensitization substrate cannot be moved. Therefore, in order to measure the Z direction location of two or more points of a sensitization substrate front face, by the substrate stage, a sensitization substrate must be moved and it must have two or more points on a sensitization substrate one by one at the measure point of a sensor. therefore, the run of a substrate stage itself -- a Z direction -- a variation rate -- the Z direction of the sensitization substrate front face by run of a substrate stage if it has an amount -- the Z direction within a field of a variation rate and a sensitization

substrate -- since a variation rate was inseparable, there was a problem will judge that the sensitization substrate front face leans even if the front face of a sensitization substrate itself is vertical to a Z direction, and will carry out mistaken leveling control.

[0006] The problem of the conventional leveling control is explained using drawing 13. Here, signs that leveling control is performed in the location which shows the run direction of a substrate stage with a broken line by making the direction of X and a direction parallel to an optical axis into a Z direction based on the measurement value of a sensor which has a measure point are explained. drawing 13 (a) - (c) -- a run of a substrate stage -- a Z direction -- a variation rate -- **** -- drawing and drawing 13 (d) - (f) explaining the concept of the leveling control in the case of being absent -- a run of a substrate stage -- a Z direction -- a variation rate -- **** -- it is drawing explaining the concept of the leveling control in the case of being.

[0007] Front face SF 1 of the now and sensitization substrate 80 Suppose that it inclined as shown in drawing 13 (a). A sensitization substrate is positioned in a continuous-line location by migration of the substrate stage 85 at first, and it is the sensitization substrate front face SF 1. Point P1 A height location is measured. point P1 an X coordinate -- X1 it is -- the height measurement value at this time -- Z1 it was -- ** -- it carries out. Then, by migration of a substrate stage, the sensitization substrate 80 is moved to the location of an imaginary line, as an arrow head shows, and it is the sensitization substrate front face SF 1. Another point P2 A height location is measured. point P2 an X coordinate -- X2 it is -- a height measurement value -- Z2 it is -- ** -- it carries out.

[0008] At this time, an aligner is a point P1. A coordinate value (X1, Z1) and point P2 Front face SF 1 of a coordinate value (X2, Z2) to a sensitization substrate It is recognized as inclining, as shown in drawing 13 (b). Therefore, the loaded substance table 81 which the leveling devices 82a and 82b of a substrate stage are operated, and is laying the sensitization substrate 80 as shown in drawing 13 (c) is made to incline, and it is the front face SF 1 of the sensitization substrate 80. Leveling control is performed so that it may become level. Thus, if the run of the substrate stage 85 does not have a variation rate in a Z direction, the conventional aligner can perform suitable leveling control based on a height measurement value.

[0009] As the imaginary line which lenticulated to drawing 13 (d) shows on the other hand, when the run of the substrate stage 85 has a variation rate in the Z direction, the conventional aligner cannot perform suitable leveling control. Now, as shown in drawing 13 (d), the sensitization substrate 87 presupposes that it does not have dip in a field. The sensitization substrate 87 is positioned like a continuous line by migration of the substrate stage 85 at first, and it is the sensitization substrate front face SF 2. Point P3 A height location is measured. point P3 an X coordinate -- X3 it is -- the height measurement value at this time -- Z3 it was -- ** -- it carries out. Then, sensitization substrate 87 ** is moved by migration of a substrate stage to the location shown by the imaginary line as an arrow head shows, and it is the sensitization substrate front face SF 2. Another point P4 A height location is measured. At this time, since the run of the substrate stage 85 has the variation rate in the Z direction, the sensitization substrate 87 moves also to a Z direction, and it is a point P4. A height measurement value is Z4. Suppose that it became. the X coordinate of a point P4 -- X4 it is .

[0010] At this time, an aligner is a point P3. A coordinate value (X3, Z3) and point P4 Front face SF 2 of a coordinate value (X4, Z4) to a sensitization substrate In spite of being level in practice, it is recognized as inclining, as shown in drawing 13 (e). Therefore, the loaded substance table 81 which the leveling devices 82a and 82b of the substrate stage 85 are operated, and is laying the sensitization substrate 87 is made to incline, and it is a point P3. Height location Z3 Point P4 Height location Z4 Control which is made equal is performed. Consequently, leveling control which was mistaken as shown in drawing 13 (d) is performed, and it is the front face SF 2 of the sensitization substrate 87. Since level, it will separate. Moreover, the conventional aligner was the shot of the sensitization substrate circumference, and when not performing focal location detection in an exposure location but exposing in the focal location of a contiguity shot, since focal location amendment was not carried out even if there is Z direction change by run of a substrate stage, it had the problem that the defect by focal location gap occurred.

[0011] This invention was made in view of the trouble of such a conventional technique, and aims at offering the aligner which can perform leveling control, without being influenced of the variation rate of the Z direction by run of a substrate stage. Moreover, this invention aims at offering the aligner which can perform exposure which does not have a focal gap to the shot of the sensitization substrate circumference.

[0012]

[Means for Solving the Problem] the Z direction according to a run of a substrate stage at this invention -- a variation rate is measured beforehand and said object is attained by making equipment memorize. the Z direction by run of this substrate stage -- the Z direction in the coordinate point of arbitration with XY flat surface where the main causes of a variation rate are the manufacture errors of a stage member, and this has

become a factor -- the variation rate is fixed in the long run. Therefore, the parallelism of front flesh-side both sides measures and memorizes the Z direction displacement based on running of a substrate stage by two or more points of XY flat surface beforehand using the known standard substrate etc. the Z direction within XY flat surface of a substrate stage -- since variation rates differ for every equipment, it is necessary to perform this measurement for every equipment and the Z direction of the substrate stage memorized to XY coordinate of the measure point from the height location of two or more measure points on the sensitization substrate actually measured while moving on the substrate stage -- by deducting a variation rate, it asks for the true dip of a sensitization substrate front face, and leveling control is performed based on the dip.

[0013] Namely, the projection optical system which projects the pattern with which this invention was formed in the mask on a sensitization substrate, The loaded substance table holding a sensitization substrate, and the stage for positioning which positions a loaded substance table along with a two-dimensional moving coordinate, A stage coordinate measurement means to detect the location of the loaded substance table within a two-dimensional moving coordinate, A height measurement means to detect the deflection of the direction of an optical axis of the projection optical system from the front face of a sensitization substrate to predetermined datum level in the measure point fixed to the two-dimensional moving coordinate, A leveling means to adjust the dip of the loaded substance table to the stage for positioning, In an aligner including an operation means to compute the controlled variable of a leveling means required in order to make the front face of a sensitization substrate in agreement with a datum plane, and the control means which controls a leveling means based on the result of an operation of an operation means It has a storage means to make the optical axial displacement of the loaded substance table produced in a measure point when the stage for positioning moves along with a two-dimensional moving coordinate correspond to the location of the loaded substance table measured by the stage coordinate measurement means, and to memorize it. It is characterized by an operation means computing the controlled variable of a leveling means based on the value which deducted the optical axial displacement of the loaded substance table memorized by the storage means from the measurement value by the height measurement means.

[0014] Thus, by measuring beforehand the Z direction variation by run of the substrate stage itself, and making equipment memorize, in case two or more Z direction height is measured at a point in the field of a sensitization substrate, the measured value except the height variation resulting from a run of a substrate stage can be obtained. For this reason, leveling control of a highly precise sensitization substrate can be performed. Moreover, also in the shot field of the sensitization substrate circumference to which focal detection is not carried out, more exact dip amendment and focal alignment become possible by having a means to compute a focal location based on the amount of displacement of the direction of an optical axis of the loaded substance table memorized by the focal location to a contiguity shot, and the storage means.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 is the schematic diagram of an example of the aligner by this invention. The illumination light IL for the exposure from the light source system 1 containing the light source, an optical integrator, etc., for example like an excimer laser or Hg lamp which inject DUV light illuminates the pattern of a mask 7 by uniform illuminance distribution through the 1st relay lens 2, the mask blind (adjustable field diaphragm) 3, the 2nd relay lens 4, a mirror 5, and the main condenser lens 6. The arrangement side of the mask blind 3 is conjugation mostly with the pattern formation side of a mask 7, and the location and configuration of the lighting field 8 on a mask 7 are set up with the location and configuration of opening of the mask blind 3. The mask 7 is held on the mask stage 9.

[0016] Projection exposure of the pattern image of a mask 7 is carried out by the projection optical system 11 to the shot field 13 on the sensitization substrate 12 with which the photoresist was applied. Here, the Z-axis is taken to the optical axis of a projection optical system 11 at parallel, and a Y-axis is taken for the X-axis at right angles to the space of drawing 1 to parallel in a two-dimensional flat surface vertical to the optical axis at the space of drawing 1.

[0017] The sensitization substrate 12 is held on the loaded substance table 14 through a non-illustrated sensitization substrate holder. The loaded substance table 14 is laid through the actuators 16A-16C which can move to three Z directions freely on the stage for positioning freely movable within XY system of coordinates. The stage for positioning consists of Y stage 15Y and X stage 15X, and Y stage 15Y is laid so that it may be moved in the direction of Y for example, by the feed screw method onto X stage 15X. X stage 15X is laid so that it may be moved in the direction of X for example, by the feed screw method onto the equipment base 17. By making parallel expand and contract three actuators 16A-16C, adjustment of the

location (focal location) of the Z direction of the loaded substance table 14 is performed, and adjustment of the surrounding tilt angle of the X-axis of the loaded substance table 14 and a Y-axis is performed by adjusting the amount of telescopic motion of three actuators 16A-16C according to an individual.

[0018] Moreover, the monitor of the X coordinate of the sensitization substrate 12 is always carried out by migration mirror 22X for the X-axes fixed to the upper bed of the loaded substance table 14, and external laser interferometer 23X, and the X coordinate and Y coordinate which the monitor of the Y coordinate of the sensitization substrate 12 was always carried out by migration mirror 22Y for Y-axes and external laser interferometer 23Y (refer to drawing 7), and were similarly detected by them are supplied to the main control system 20. The main control system 20 controls actuation of X stage 15X and Y stage 15Y and the loaded substance table 14 through the substrate stage drive system 24 based on the supplied coordinate.

[0019] Here, it explains per example of a configuration of Actuators 16A-16C. Drawing 6 is the sectional view of actuator 16A. The drive housing 40 is fixed on Y stage 15Y of drawing 1, a feed screw 41 is contained free [a revolution] in the drive housing 40, the Rota encoder 43 for angle-of-rotation detection is connected to the left end of a feed screw 41 through coupling 42, and the rotary motor 45 is connected to the right end of a feed screw 41 through coupling 44. Moreover, a nut 39 is screwed in a feed screw 41, slant surface part 36A toward which the upper bed inclined through the stanchion 38 in the nut 39 is fixed, and body-of-revolution 36B touches the upper bed of slant surface part 36A. Free [a revolution in the loaded substance table 14 of drawing 1], body-of-revolution 36B is embedded so that it cannot move to a longitudinal direction.

[0020] Moreover, slant surface part 36A is supported so that it can move in the direction parallel to a feed screw 41 along with the straight-line guide 37. An actuation control signal is supplied to the rotary motor 45 from the substrate stage control system 24 of drawing 1, and the rotary motor 45 rotates a feed screw 41 in response to a control signal. Thereby, a nut 39 moves in the direction of X along with a feed screw 41, and also moves slant surface part 36A along with a feed screw 41. Therefore, body-of-revolution 36B in contact with the upper bed of slant surface part 36A is displaced in the vertical direction (Z direction) to the drive housing 40, rotating. Moreover, the amount of displacement to the vertical direction of body-of-revolution 36B is detected by measuring angle of rotation of a feed screw 41 by the rotary encoder 43. It has the configuration same as other actuators 16B and 16C.

[0021] In addition, Actuators 16A-16C may be constituted besides the method which uses a rotary motor like drawing 6 for example, using a laminating mold piezoelectric device (piezo-electric element) etc. Thus, when using the driver element linearly displaced as actuators 16A-16C, as an encoder for detecting the location of a Z direction, linear encoders, such as optical or an electrostatic-capacity type, can be used.

[0022] Next, it explains per configuration of the focal location detection system (henceforth a "multipoint AF sensor") 25 of the multipoint for detecting the location (focal location) of the Z direction of the front face of the sensitization substrate 12. From the light source 26 of this multipoint AF sensor 25, a nonphotosensitivity detection light is irradiated to a photoresist. Detection light illuminates many slits in the light transmission slit plate 28 through a condenser lens 27, and the image of these slits is aslant projected on nine measure points P11-P33 of the shot field 13 on the sensitization substrate 12 to the optical axis of a projection optical system 11 through an objective lens 29. If the front face of the sensitization substrate 12 is located in the best image formation side of a projection optical system 11 at this time, image formation of the image of the slit of the light transmission slit plate 28 will be carried out to the front face of the sensitization substrate 12 with an objective lens 29.

[0023] Drawing 2 shows arrangement of the measure point on the sensitization substrate 12, and in the shot field 13, a total of nine measure points P11-P33 of three line x3 train are set up so that it may be illustrated. Here, it asks for the average focal location in the shot field 13 from the information on the focal location in nine measure points in the shot field 13. Return and the reflected light from those measure points are condensed by drawing 1 on the vibrating slit plate 31 through a condenser lens 30, and re-image formation of the slit image projected on the vibrating slit plate 31 at these measure points is carried out. The vibrating slit plate 31 is vibrating in the predetermined direction with the shaker 32 driven with the driving signal DS from the main control system 20. After photo electric translation of the light which passed many slits of the vibrating slit plate 31 is carried out by many optoelectric transducers on a photodetector 33, respectively and signal processing of these photo-electric-translation signal is supplied and carried out to a signal-processing system 34, the main control section 20 is supplied.

[0024] Drawing 3 is the schematic drawing of the light transmission slit plate 28 in drawing 1. Slits 2811-2833 are formed in the location corresponding to the measure points P11-P33 on the sensitization substrate of drawing 2 at the light transmission slit plate 28, respectively. Moreover, also on the vibrating slit plate 31

in drawing 1 , as shown in drawing 4 , slits 3111-3133 are formed in the location corresponding to the measure points P11-P33 on the sensitization substrate of drawing 2 , respectively, and the vibrating slit plate 31 is vibrating in the measurement direction which intersects perpendicularly with the longitudinal direction of each slit with a shaker 32.

[0025] Drawing 5 is drawing showing the photodetector 33 and signal-processing system 34 in drawing 1 . It is reflected from the measure points P11-P13 of drawing 2 by the optoelectric transducers 3311-3313 of the 1st line on a photodetector 33, respectively, and the light which passed the slit to which it corresponds in the vibrating slit plate 31 carries out incidence to them. It is reflected in the optoelectric transducers 3321-3323 of the 2nd line and the 3rd line on a photodetector 33, and 3331-3333 from the measure points P21-P23 of drawing 2 , and P31-P33, respectively, and the light which passed the slit to which it corresponds in the vibrating slit plate 31 carries out incidence to them. The detecting signal from optoelectric transducers 3311-3333 is supplied to synchronous detectors 4711-4733 through amplifier 4611-4633. Synchronous detectors 4711-4733 generate the focal signal which changes in proportion [almost] to the focal location of a corresponding measure point in the predetermined range by detecting synchronously the detecting signal inputted using the driving signal DS for shaker 32, respectively. Here, the calibration is performed so that the focal signal outputted from synchronous detectors 4711-4733 may be set to 0, when the corresponding measure point has agreed in the image formation side (best focus side) of a projection optical system 11.

[0026] The focal signal outputted from synchronous detectors 4711-4733 is supplied to juxtaposition at a multiplexer 48, a multiplexer 48 supplies the focal signal chosen in an order from the focal signal supplied synchronizing with the switch signal from the microprocessor (MPU) 50 in the main control system 20 to the analog-to-digital (A/D) transducer 49, and the digital focal signal outputted from A/D converter 49 is stored in the memory 51 in the main control system 20 one by one.

[0027] Drawing 7 shows the drive system of three actuators 16A-16C. In the main control system 20, the digital focal signal which shows the focal location in the measure points P11-P33 of drawing 2 , respectively is stored in each address 5111-5133 of memory 51. The focal signal by which reading appearance was carried out from each addresses 5111-5133 is supplied to juxtaposition at the focal location operation part 52. In the focal location operation part 52, it asks for the focal location z of gaps of the shot field 13, i.e., the amount of the Z direction from the best focus side of a projection optical system 11, by operations, such as a least square method operation, the arithmetic mean, and a weighting average, based on nine focal signals corresponding to nine measure points P11-P33.

[0028] For example, the operation of the focal location z by the least square method is performed as follows. When setting respectively to ΔZ_{11} , ΔZ_{12} , ..., ΔZ_{33} the gap from the best focus which can be found from nine focal signals corresponding to nine measure points P11-P33, as the value of a degree type [several 1] serves as min, the focal location z is determined.

[0029]

[Equation 1]
$$(Z - \Delta Z_{11})^2 + (Z - \Delta Z_{12})^2 + \dots + (Z - \Delta Z_{33})^2$$
 -- the focal location z called for in this way is supplied to the leveling operation part 56, when performing leveling control, and when exposing each shot, it is supplied to the amount setting-out section 57 of actuator actuation.

[0030] The variation rate of the Z direction of the measure point by run of a substrate stage is beforehand measured by the memory 55 in the main control system 20, and is memorized as a function $F_z(X, Y)$ of XY coordinate. Data $F_z(X, Y)$ can be obtained by measuring the focal location of the standard substrate in a coordinate (X, Y) using the measure point P22 of the center of the multipoint AF system 25, while the parallelism for example, on the rear face of a table lays the standard substrate which has the flat front face which is known on the loaded substance table 14 of a substrate stage and carries out two-dimensional migration of the substrate stage in X and the direction of Y.

[0031] Next, the approach of the leveling control by this aligner and the focal control at the time of shot exposure is explained. first, drawing 8 and the flow chart which show the measure point for the leveling control on a sensitization substrate are shown -- it uses drawing 9 and leveling control is explained. Two or more fields where it was beforehand set on the sensitization substrate 12 by driving X stage 15X and Y stage 15Y, For example, six fields S1, S2, ..., S6 shown in drawing 8 It moves under the projection optical system 11 one by one. They are each fields S1, S2, ..., S6 by the multipoint AF system 25. The amount z_1 , z_2 , ..., z_6 of gaps, i.e., the focal locations, from a representation location (X_1, Y_1), for example, the center position of each field, (X_2, Y_2), ..., the best focus location in (X_6, Y_6) It asks (S11). These focal locations z_1, z_2, \dots, z_6 It sets to the focal location operation part 52 of the main control system 20, and they are each fields S1, S2, ..., S6. It asks by calculating the least square method of the above [several 1] etc. from nine measure points set up to the focal signal acquired.

[0032] The output of the focal location operation part 52 is supplied to the leveling operation part 56. The output of laser interferometers 23X and 23Y is also simultaneously supplied to the leveling operation part 56, and they are each measurement fields S1, S2, ..., S6 on the sensitization substrate 12. The coordinate (X1, Y1) of a representation point, (X2, Y2), ..., focal locations z1, z2, ..., z6 of the data of (X6, Y6), and each measurement field Data are acquired. subsequently, the Z direction of the representation point of the measurement field which originates in a run of the substrate stage in each location like following [several 2] using the data memorized by memory 55 -- the amount delta of gaps from the best focus location in each measure point which amends a variation rate and originates only in the shape of [of a sensitization substrate] surface type -- Z1 and delta -- Z2, ..., deltaZ6 It asks (S12).

[0033]

[Equation 2]

$\text{deltaZj} = z_j - F_z(X_j, Y_j)$ (j= 1, 2, ..., 6)

in this way, the Z direction in two or more called-for locations (X1, Y1), (X2, Y2), ..., (X6, Y6) -- a variation rate -- an amount delta -- Z1 and delta -- Z2, ..., deltaZ6 By the leveling operation part 56, the approximation flat surface of the sensitization substrate 14 further laid on the loaded substance table 14 by the least square method is searched for using data (S13). The data on the front face of approximation of the sensitization substrate 14 are supplied to the amount setting-out section 57 of actuator actuation.

[0034] In the amount setting-out section 57 of actuator actuation, the amounts Z1, Z2, and Z3 of actuation of each actuators 16A, 16B, and 16C required in order to make the front face of a sensitization substrate parallel at a horizontal, i.e., the best focus side of a projection optical system 11, are calculated using the data on the front face of approximation of the sensitization substrate 14, and XY coordinate data of three actuators 16A, 16B, and 16C (S14).

[0035] The amounts Z1, Z2, and Z3 of actuation of each actuators 16A, 16B, and 16C A command value is supplied to a controller 60 and a controller 60 drives Actuators 16A, 16B, and 16C through power amplification 61A, 61B, and 61C. Moreover, the detecting signal from the rotary encoders 43A-43C (thing of the same configuration as the rotary encoder 43 of drawing 6) inside Actuators 16A, 16B, and 16C is fed back to the controller 60. This drives Actuators 16A, 16B, and 16C to accuracy to the height location where it was respectively ordered from the amount installation section 57 of actuator actuation (S15). In this way, leveling control is ended and the front face of the sensitization substrate 12 is made parallel with the best focus side of a projection optical system.

[0036] Next, the focusing control by the actuator at the time of the shot exposure on a sensitization substrate is explained using the flow chart of drawing 10. When starting exposure actuation, the leveling control explained in the top is ended and the front face of the sensitization substrate 12 has become in parallel with the best focus side of a projection optical system 11.

[0037] First, actuation control of the X stage 15X and Y stage 15Y is carried out through the substrate stage control system 24, and stepping of the shot field of the sensitization substrate 12 is carried out to the exposure visual field of a projection optical system 11 (S21). Subsequently, it asks for the focal location z of the shot field by the multipoint AF system 25 (S22). The focal location z of a shot field is called for by carrying out data processing of the focal signal acquired from the measure points P11-P33 of nine points shown in drawing 2 as mentioned above by the focal location operation part 52. The signal of the focal location z calculated by the focal location operation part 52 is supplied to the amount setting-out section 57 of actuator actuation instead of leveling operation part this time, and the amount of actuation of three actuators 16A, 16B, and 16C is calculated in the amount setting-out section 57 of actuator actuation (S23).

[0038] At the time of leveling control, in order to make the front face of a sensitization substrate become in parallel with the best focus side of a projection optical system, the amount of telescopic motion of three actuators was controlled independently. However, in focal control, since it is what performs control which is made to go up and down the sensitization substrate with which the front face has already become in parallel with the best focus side, and makes a shot field in agreement with a best focus side, the amount of flexible actuation of three actuators is set up equally.

[0039] The command value of the amount of actuation of each actuators 16A, 16B, and 16C is supplied to a controller 60, and a controller 60 drives only the amount of actuation which had Actuators 16A, 16B, and 16C specified through power amplification 61A, 61B, and 61C. At this time, a controller 60 controls the amount of actuation of each actuators 16A, 16B, and 16C to accuracy using the detecting signal fed back from the rotary encoders 43A-43C inside Actuators 16A, 16B, and 16C (S24). In this way, after focal control is completed, exposure of a mask pattern image to the shot field is performed (S25). If the exposure to all the shot fields on the sensitization substrate 12 is not completed (S26), it returns to step 21 and step

migration of a sensitization substrate, focal control, and actuation of exposure are repeated.

[0040] Next, the focal control in the shot field of the sensitization substrate circumference is explained using drawing 11. As shown in drawing 11, when the shot field is located around a sensitization substrate, the detection field of the multipoint AF sensor 25 may come out of a sensitization substrate. In this case, since focal detection using the multipoint AF sensor 25 was not able to be performed in that shot field, exposing also to that shot field conventionally with the application of the focal location detected in the contiguity shot field was performed.

[0041] For example, when [of the shot field S_m , S_{m+1} , S_{m+2} , and] exposed in sequence, it is the shot field S_m . Shot field S_{m+1} which continues although it is possible to expose by performing the usual focal control And shot field S_{m+2} Since a part shifts from the front face of the sensitization substrate 12, suppose that focal detection by the multipoint AF system 25 cannot be performed. When such, it is shot field S_{m+1} conventionally. And shot field S_{m+2} It received and pattern exposure was performed with the application of the focal location Z of the shot field S_m in front of that (S_m). the Z direction by run of a substrate stage -- although a focal gap is not produced by this approach without a variation rate, either -- a run of a substrate stage -- a Z direction -- generating of a variation rate will produce ***** and a blooming using the focal location of a contiguity shot.

[0042] So, generating of a blooming is prevented here by performing focal position control using the variation rate $F_z(X, Y)$ of the Z direction by run of a substrate stage which is measured beforehand and memorized by memory 55. that is, it is shown in drawing 12 from $F_z(X, Y)$ memorized by memory 55 -- as -- shot field S_m the Z direction to a main coordinate -- a variation rate -- $F_z(S_m)$ shot field S_{m+1} the Z direction to a main coordinate -- a variation rate $F_z(S_{m+1})$ and shot field S_{m+2} the Z direction to a main coordinate -- it asks for a variation rate $F_z(S_{m+2})$. and shot field S_m Shot field S_{m+1} after exposing by performing focal control **** -- shot field S_m the Z direction of the sensitization substrate by the substrate stage run shown in a focal location by the following [several 3] -- only the part of a variation rate is exposed by compensating the effect by run of a substrate stage by driving simultaneously Actuators 16A, 16B, and 16C.

[0043]

[Equation 3] $F_z(S_{m+1}) - F_z(S_m)$

the following shot field S_{m+2} if in charge of exposure -- the same -- shot field S_{m+1} the Z direction of the sensitization substrate by the substrate stage run shown in a focal location by the following [several 4] -- only the part of a variation rate drives simultaneously Actuators 16A, 16B, and 16C, and is exposed by compensating the effect by run of a substrate stage.

[0044]

[Equation 4] $F_z(S_{m+2}) - F_z(S_{m+1})$

thus, the Z direction by run of a substrate stage -- by carrying out the parallel displacement of the sensitization substrate 12 in the direction which loses the effect of a variation rate, and exposing a circumference shot, when not performing focal location detection, as compared with the conventional approach, ** of highly precise focal alignment becomes possible. In addition, when a substrate stage is worn out by long-term activity etc., it can respond by updating the data with which the display flatness on the rear face of a table measures again the Z direction displacement of a substrate stage depended for running, and is remembered to be by memory 55 with the known criteria substrate.

[0045]

[Effect of the Invention] the Z direction of the sensitization substrate [according to this invention] by run of a substrate stage -- since leveling control can be performed except for the effect of a variation rate, highly precise leveling control is attained and improvement in the yield of device manufacture can be aimed at. Moreover, since the amount of displacement of a Z direction can be predicted at the time of migration in the two-dimensional direction of a substrate stage, amendment of the Z direction of high-speed high degree of accuracy is attained. Furthermore, when exposing in the boundary region of a sensitization substrate etc. using the focal detection location of an adjoining shot field, focusing of high degree of accuracy becomes possible.

[Translation done.]

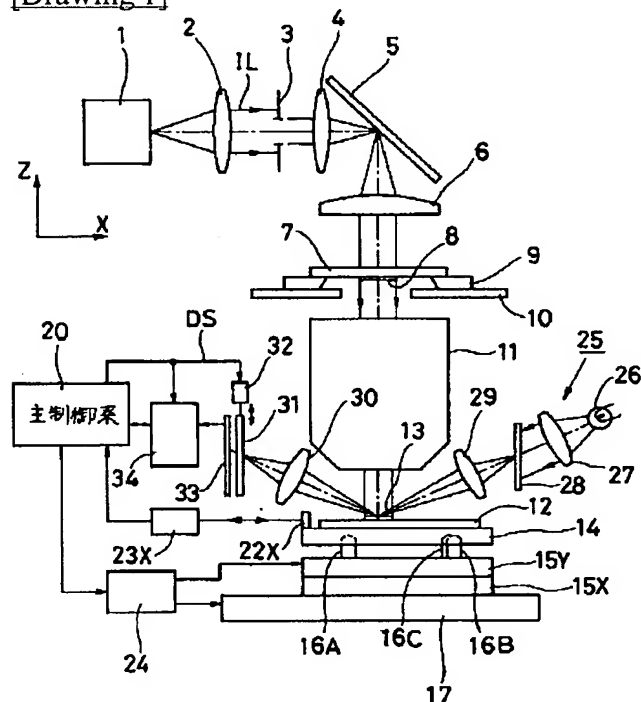
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

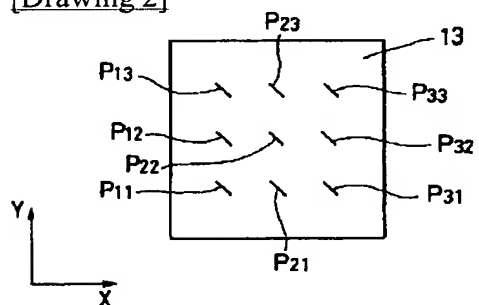
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

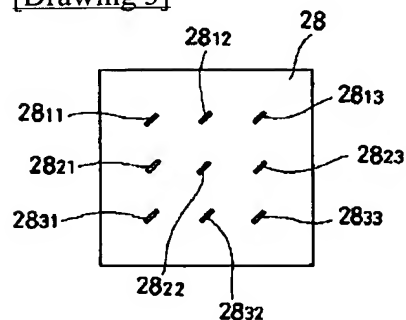
[Drawing 1]



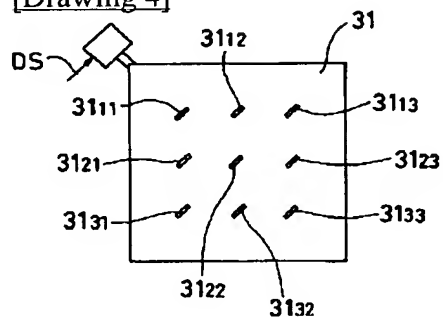
[Drawing 2]



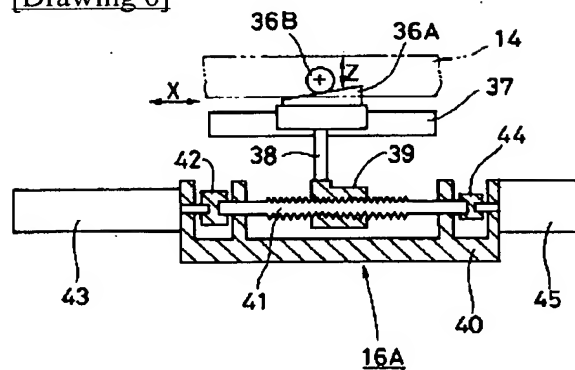
[Drawing 3]



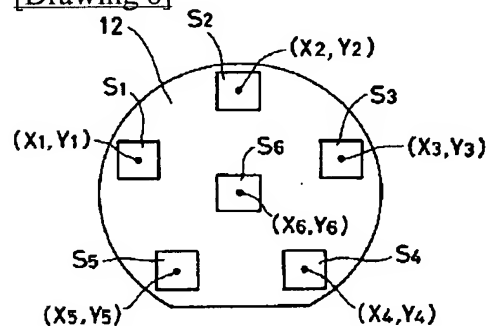
[Drawing 4]



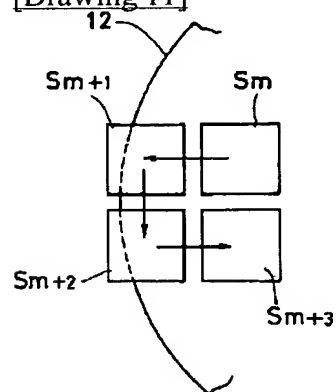
[Drawing 6]



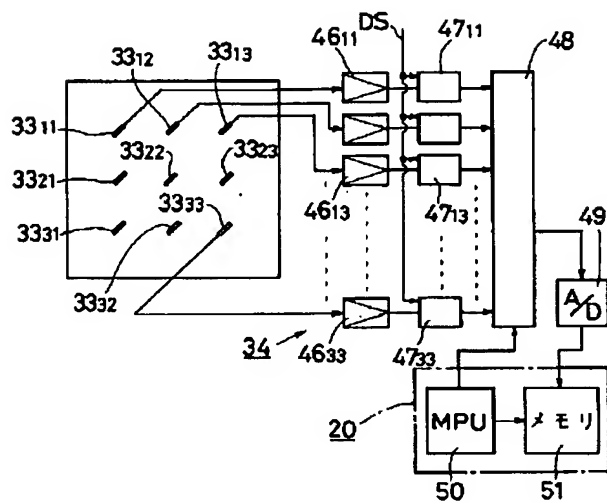
[Drawing 8]



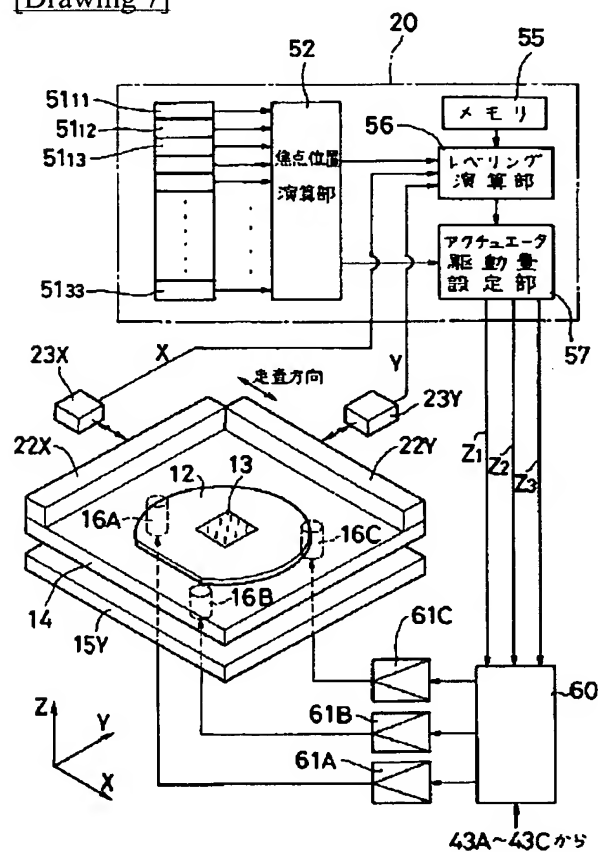
[Drawing 11]



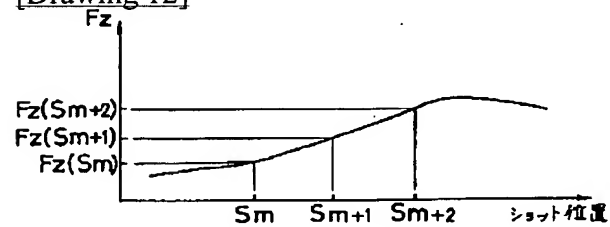
[Drawing 5]



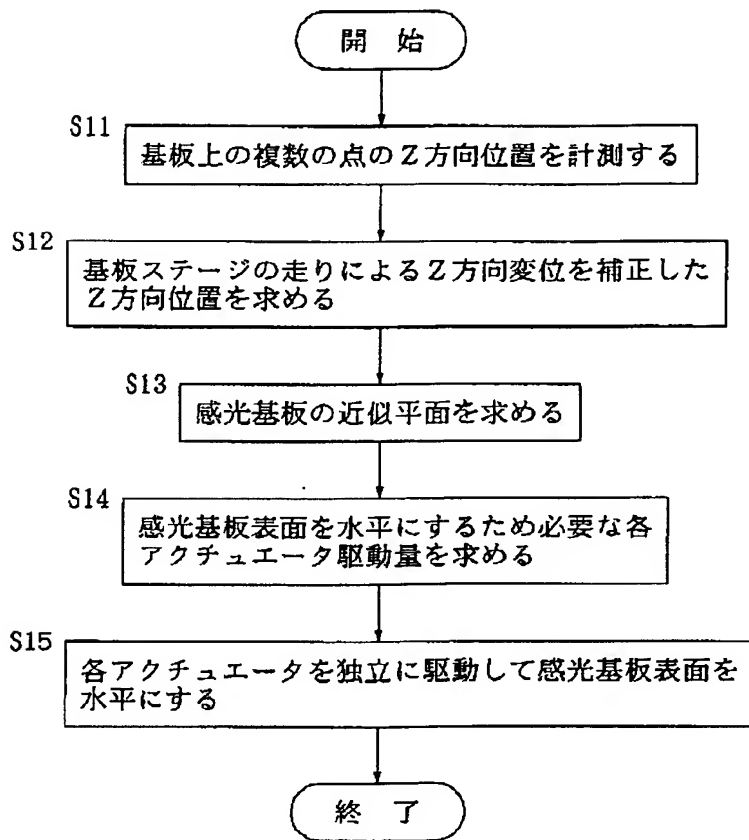
[Drawing 7]



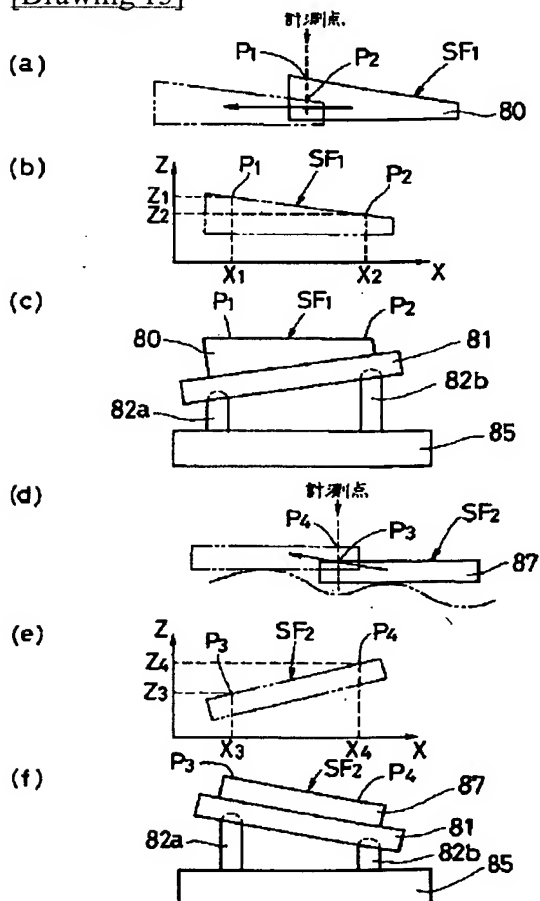
[Drawing 12]



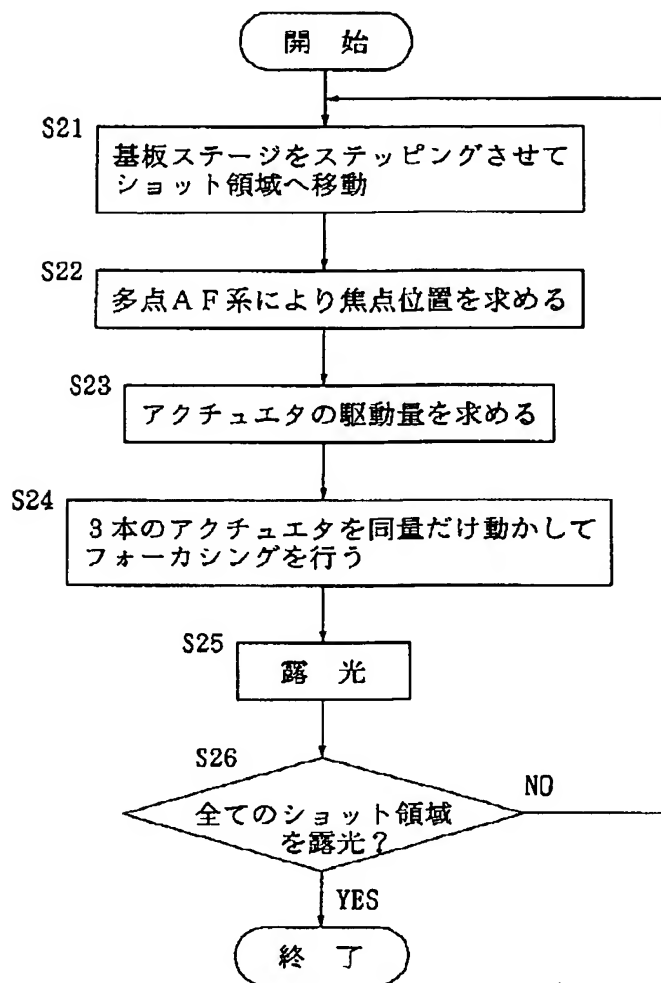
[Drawing 9]



[Drawing 13]



[Drawing 10]



[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CORRECTION OR AMENDMENT

[Kind of official gazette] Printing of amendment by the convention of 2 of Article 17 of Patent Law
 [Category partition] The 2nd partition of the 7th category
 [Publication date] September 2, Heisei 16 (2004. 9.2)

[Publication No.] JP,10-70065,A
 [Date of Publication] March 10, Heisei 10 (1998. 3.10)
 [Application number] Japanese Patent Application No. 8-225474
 [The 7th edition of International Patent Classification]

H01L 21/027
 G03F 7/20
 G03F 9/02

[FI]

H01L 21/30 526 A
 G03F 7/20 521
 G03F 9/02 H

[Procedure amendment]
 [Filing Date] August 19, Heisei 15 (2003. 8.19)
 [Procedure amendment 1]
 [Document to be Amended] Description
 [Item(s) to be Amended] Claim
 [Method of Amendment] Modification
 [The content of amendment]
 [Claim(s)]
 [Claim 1]

The projection optical system which projects the pattern formed in the mask on a sensitization substrate, The loaded substance table holding said sensitization substrate, and the stage for positioning which positions said loaded substance table along with a two-dimensional moving coordinate, A stage coordinate measurement means to detect the location of said loaded substance table within said two-dimensional moving coordinate, A height measurement means to detect the deflection of the direction of an optical axis of said projection optical system from the front face of said sensitization substrate to predetermined datum level in the measure point fixed to said two-dimensional moving coordinate, and a leveling means to adjust the dip of said loaded substance table to said stage for positioning,

In an aligner including an operation means to compute the controlled variable of said leveling means required in order to make the front face of said sensitization substrate in agreement with said datum plane, and the control means which controls said leveling means based on the result of an operation of said operation means,

It has a storage means to make an amount correspond to the location of said loaded substance table measured by said stage coordinate measurement means, and to memorize it. said direction of an optical axis of said loaded substance table produced in said measure point when said stage for positioning moves along with said two-dimensional moving coordinate -- a variation rate -- the direction of an optical axis of said loaded substance table on which said operation means is memorized by said storage means from the

measurement value by said height measurement means -- a variation rate -- the aligner characterized by computing the controlled variable of said leveling means based on the value which deducted the amount.

[Claim 2]

The aligner according to claim 1 characterized by having a means to compute a focal location based on the amount of displacement of the direction of an optical axis of said loaded substance table memorized by the focal location to a contiguity shot, and said storage means.

[Claim 3]

In an aligner including the projection optical system which projects the pattern formed in the mask on a sensitization substrate, the loaded substance table holding said sensitization substrate, the stage for positioning which positions said loaded substance table along with a two-dimensional moving coordinate, and a stage coordinate measurement means to detect the location of said loaded substance table within said two-dimensional moving coordinate,

The aligner characterized by having a storage means to make the amount of displacement in the direction of an optical axis of said projection optical system of said loaded substance table produced in said measure point when said stage for positioning moves along with said two-dimensional moving coordinate correspond to the location of said loaded substance table measured by said stage coordinate measurement means, and to memorize it.

[Claim 4]

The focal location detection system which detects the positional information in said direction of an optical axis of said sensitization substrate,

The aligner according to claim 3 characterized by having further the control means which amends the positional information detected by said focal detection system based on the amount of displacement memorized by said storage means.

[Claim 5]

Said focal detection system is an aligner according to claim 4 characterized by having the illuminating system which irradiates detection light at two or more measure points on said sensitization substrate, and the detection system which detects the reflected light in said each measure point.

[Claim 6]

The aligner according to claim 3 characterized by having further the adjustment device which adjusts the location in said direction of an optical axis of said sensitization substrate corresponding to the location of said loaded substance table measured by said stage coordinate measurement means based on the amount of displacement memorized by said storage means in case exposure processing of said sensitization substrate is carried out.

[Claim 7]

the projection optical system which projects the pattern formed in the mask on a sensitization substrate, the base, and said sensitization substrate -- laying -- said base top -- two-dimensional -- an aligner including a movable substrate stage -- setting

The aligner characterized by having a compensation means to move said substrate in said direction of an optical axis by the amount of fluctuation in the direction of an optical axis of said projection optical system of said sensitization substrate by the run on said base of said substrate stage, and to compensate the effect by run of said substrate stage.

[Procedure amendment 2]

[Document to be Amended] Description

[Item(s) to be Amended] 0013

[Method of Amendment] Modification

[The content of amendment]

[0013]

Namely, the projection optical system which projects the pattern with which the 1st aligner in this invention was formed in the mask (7) on a sensitization substrate (12) (11), The loaded substance table (14) holding a sensitization substrate, and the stage for positioning which positions a loaded substance table along with a two-dimensional moving coordinate (15X, 15Y), A stage coordinate measurement means to detect the location of the loaded substance table within a two-dimensional moving coordinate (23X, 23Y), A height measurement means to detect the deflection of the direction of an optical axis of the projection optical system from the front face of a sensitization substrate to predetermined datum level in the measure point fixed to the two-dimensional moving coordinate (25), A leveling means to adjust the dip of the loaded substance table to the stage for positioning (16A, 16B, 16C), In an aligner including an operation means (20)

to compute the controlled variable of a leveling means required in order to make the front face of a sensitization substrate in agreement with a datum plane, and the control means (60) which controls a leveling means based on the result of an operation of an operation means. It has a storage means (55) to make an amount correspond to the location of the loaded substance table measured by the stage coordinate measurement means, and to memorize it. the direction of an optical axis of the loaded substance table produced in a measure point when the stage for positioning moves along with a two-dimensional moving coordinate -- a variation rate -- It is characterized by an operation means computing the controlled variable of a leveling means based on the value which deducted the optical axial displacement of the loaded substance table memorized by the storage means from the measurement value by the height measurement means.

[Procedure amendment 3]

[Document to be Amended] Description

[Item(s) to be Amended] 0014

[Method of Amendment] Modification

[The content of amendment]

[0014]

Thus, by measuring beforehand the Z direction variation by run of the substrate stage itself, and making equipment memorize, in case two or more Z direction height is measured at a point in the field of a sensitization substrate, the measured value except the height variation resulting from a run of a substrate stage can be obtained. For this reason, leveling control of a highly precise sensitization substrate can be performed. Moreover, also in the shot field of the sensitization substrate circumference to which focal detection is not carried out, more exact dip amendment and focal alignment become possible by having a means to compute a focal location based on the amount of displacement of the direction of an optical axis of the loaded substance table memorized by the focal location to a contiguity shot, and the storage means. Moreover, the projection optical system which projects the pattern with which the 2nd aligner in this invention was formed in the mask (7) on a sensitization substrate (12) (11), The loaded substance table (14) holding a sensitization substrate, and the stage for positioning which positions a loaded substance table along with a two-dimensional moving coordinate (15X, 15Y), In an aligner including a stage coordinate measurement means (23X, 23Y) to detect the location of the loaded substance table within a two-dimensional moving coordinate The amount of displacement in the direction of an optical axis of the projection optical system of the loaded substance table produced in a measure point when the stage for positioning moves along with a two-dimensional moving coordinate with a stage coordinate measurement means It is characterized by having a storage means (55) to make correspond to the location of the loaded substance table measured, and to memorize. By this, since the amount of displacement of the direction of an optical axis can be predicted at the time of migration in the two-dimensional direction of a sensitization substrate, amendment of the direction of an optical axis of high-speed high degree of accuracy is attained. In addition, it is desirable to have further the control means (20) which amends the positional information detected by the focal detection system based on the amount of displacement remembered to be the focal location detection system (25) which detects the positional information in said direction of an optical axis of a sensitization substrate by the storage means. Moreover, as for a focal detection system, it is desirable to have the illuminating system (26-29) which irradiates detection light at two or more measure points on a sensitization substrate, and the detection system (30-33) which detects the reflected light in each measure point. Moreover, in case exposure processing of the sensitization substrate is carried out, it is desirable to have further the adjustment device (20, 60, 16A, 16B, 16C) which adjusts the location in the direction of an optical axis of a sensitization substrate corresponding to the location of the loaded substance table measured by the stage coordinate measurement means based on the amount of displacement memorized by the storage means.

Furthermore, it sets to the 3rd aligner in this invention. The projection optical system which projects the pattern formed in the mask (7) on a sensitization substrate (12) (11), *-SU (17) and a sensitization substrate -- laying -- a base top -- two-dimensional -- a movable substrate stage (14 -- 15 X) Are an aligner containing 15Y and a substrate is moved in the direction of an optical axis by the amount of fluctuation in the direction of an optical axis of the projection optical system of the sensitization substrate by the run on the base of a substrate stage. It is characterized by having a compensation means (20, 60, 16A, 16B, 16C) to compensate the effect by run of a substrate stage. By this, since the amount of displacement of the direction of an optical axis can be predicted at the time of migration in the two-dimensional direction of a substrate stage, amendment of the direction of an optical axis of high-speed high degree of accuracy is attained.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CORRECTION OR AMENDMENT

[Kind of official gazette] Printing of amendment by the convention of 2 of Article 17 of Patent Law
 [Category partition] The 2nd partition of the 7th category
 [Publication date] July 21, Heisei 17 (2005. 7.21)

[Publication No.] JP,10-70065,A
 [Date of Publication] March 10, Heisei 10 (1998. 3.10)
 [Application number] Japanese Patent Application No. 8-225474
 [The 7th edition of International Patent Classification]

H01L 21/027
 G03F 7/20
 G03F 9/02

[FI]

H01L 21/30 526 A
 G03F 7/20 521
 G03F 9/02 H

[Procedure amendment]
 [Filing Date] December 3, Heisei 16 (2004. 12.3)
 [Procedure amendment 1]
 [Document to be Amended] Description
 [Item(s) to be Amended] Claim
 [Method of Amendment] Modification
 [The content of amendment]
 [Claim(s)]
 [Claim 1]

The projection optical system which projects the pattern formed in the mask on a sensitization substrate, The loaded substance table holding said sensitization substrate, and the stage for positioning which positions said loaded substance table along with a two-dimensional moving coordinate, A stage coordinate measurement means to detect the location of said loaded substance table within said two-dimensional moving coordinate, A height measurement means to detect the deflection of the direction of an optical axis of said projection optical system from the front face of said sensitization substrate to predetermined datum level in the measure point fixed to said two-dimensional moving coordinate, and a leveling means to adjust the dip of said loaded substance table to said stage for positioning, In an aligner including an operation means to compute the controlled variable of said leveling means required in order to make the front face of said sensitization substrate in agreement with said datum plane, and the control means which controls said leveling means based on the result of an operation of said operation means,

It has a storage means to make an amount correspond to the location of said loaded substance table measured by said stage coordinate measurement means, and to memorize it. said direction of an optical axis of said loaded substance table produced in said measure point when said stage for positioning moves along with said two-dimensional moving coordinate -- a variation rate -- the direction of an optical axis of said loaded substance table on which said operation means is memorized by said storage means from the

measurement value by said height measurement means -- a variation rate -- the aligner characterized by computing the controlled variable of said leveling means based on the value which deducted the amount.

[Claim 2]

The aligner according to claim 1 characterized by having a means to compute a focal location based on the amount of displacement of the direction of an optical axis of said loaded substance table memorized by the focal location to a contiguity shot, and said storage means.

[Claim 3]

In an aligner including the projection optical system which projects the pattern formed in the mask on a sensitization substrate, the loaded substance table holding said sensitization substrate, the stage for positioning which positions said loaded substance table along with a two-dimensional moving coordinate, and a stage coordinate measurement means to detect the location of said loaded substance table within said two-dimensional moving coordinate,

The aligner characterized by having a storage means to make the amount of displacement in the direction of an optical axis of said projection optical system of said loaded substance table produced in said measure point when said stage for positioning moves along with said two-dimensional moving coordinate correspond to the location of said loaded substance table measured by said stage coordinate measurement means, and to memorize it.

[Claim 4]

The focal location detection system which detects the positional information in said direction of an optical axis of said sensitization substrate,

The aligner according to claim 3 characterized by having further the control means which amends the positional information detected by said focal detection system based on the amount of displacement memorized by said storage means.

[Claim 5]

Said focal detection system is an aligner according to claim 4 characterized by having the illuminating system which irradiates detection light at two or more measure points on said sensitization substrate, and the detection system which detects the reflected light in said each measure point.

[Claim 6]

The aligner according to claim 3 characterized by having further the adjustment device which adjusts the location in said direction of an optical axis of said sensitization substrate corresponding to the location of said loaded substance table measured by said stage coordinate measurement means based on the amount of displacement memorized by said storage means in case exposure processing of said sensitization substrate is carried out.

[Claim 7]

the projection optical system which projects the pattern formed in the mask on a sensitization substrate, the base, and said sensitization substrate -- laying -- said base top -- two-dimensional -- an aligner including a movable substrate stage -- setting

The aligner characterized by having a compensation means to move said substrate in said direction of an optical axis by the amount of fluctuation in the direction of an optical axis of said projection optical system of said sensitization substrate by the run on said base of said substrate stage, and to compensate the effect by run of said substrate stage.

[Claim 8]

In an aligner including the projection optical system which projects the pattern formed in the mask on a sensitization substrate, the base, and the substrate stage where it moves on said base in order to move said sensitization substrate within two-dimensional system of coordinates,

A storage means to memorize the variation rate of said substrate stage of a direction vertical to said two-dimensional coordinate plane resulting from a run of said substrate stage on said base,

The control means which controls the surface location of said sensitization substrate based on the variation rate memorized by said storage means when moving said sensitization substrate within said two-dimensional system of coordinates,

The aligner characterized by preparation *****.

[Claim 9]

Said storage means is an aligner according to claim 8 which is made to correspond with the coordinate in said two-dimensional system of coordinates, and memorizes said variation rate.

[Claim 10]

The variation rate of said substrate stage of a direction vertical to said two-dimensional coordinate plane

resulting from a run of said substrate stage is an aligner according to claim 8 or 9 measured while carrying out two-dimensional migration of said substrate stage on said base.

[Claim 11]

It has the focal location detection system which detects the location of the front face of said sensitization substrate about a direction vertical to said two-dimensional coordinate plane at two or more detecting points,

Said control means is the aligner of the variation rate memorized by said storage means and claim 8-10 which controls the surface location of said sensitization substrate based on the detection result of said focal location detection system given in any 1 term.

[Procedure amendment 2]

[Document to be Amended] Description

[Item(s) to be Amended] 0014

[Method of Amendment] Modification

[The content of amendment]

[0014]

Thus, by measuring beforehand the Z direction variation by run of the substrate stage itself, and making equipment memorize, in case two or more Z direction height is measured at a point in the field of a sensitization substrate, the measured value except the height variation resulting from a run of a substrate stage can be obtained. For this reason, leveling control of a highly precise sensitization substrate can be performed. Moreover, also in the shot field of the sensitization substrate circumference to which focal detection is not carried out, more exact dip amendment and focal alignment become possible by having a means to compute a focal location based on the amount of displacement of the direction of an optical axis of the loaded substance table memorized by the focal location to a contiguity shot, and the storage means. Moreover, the projection optical system which projects the pattern with which the 2nd aligner in this invention was formed in the mask (7) on a sensitization substrate (12) (11), The loaded substance table (14) holding a sensitization substrate, and the stage for positioning which positions a loaded substance table along with a two-dimensional moving coordinate (15X, 15Y), In an aligner including a stage coordinate measurement means (23X, 23Y) to detect the location of the loaded substance table within a two-dimensional moving coordinate The amount of displacement in the direction of an optical axis of the projection optical system of the loaded substance table produced in a measure point when the stage for positioning moves along with a two-dimensional moving coordinate with a stage coordinate measurement means It is characterized by having a storage means (55) to make correspond to the location of the loaded substance table measured, and to memorize. By this, since the amount of displacement of the direction of an optical axis can be predicted at the time of migration in the two-dimensional direction of a sensitization substrate, amendment of the direction of an optical axis of high-speed high degree of accuracy is attained. In addition, it is desirable to have further the control means (20) which amends the positional information detected by the focal detection system based on the amount of displacement remembered to be the focal location detection system (25) which detects the positional information in said direction of an optical axis of a sensitization substrate by the storage means. Moreover, as for a focal detection system, it is desirable to have the illuminating system (26-29) which irradiates detection light at two or more measure points on a sensitization substrate, and the detection system (30-33) which detects the reflected light in each measure point. Moreover, in case exposure processing of the sensitization substrate is carried out, it is desirable to have further the adjustment device (20, 60, 16A, 16B, 16C) which adjusts the location in the direction of an optical axis of a sensitization substrate corresponding to the location of the loaded substance table measured by the stage coordinate measurement means based on the amount of displacement memorized by the storage means.

Furthermore, it sets to the 3rd aligner in this invention. The projection optical system which projects the pattern formed in the mask (7) on a sensitization substrate (12) (11), *-SU (17) and a sensitization substrate -- laying -- a base top -- two-dimensional -- a movable substrate stage (14 -- 15 X) Are an aligner containing 15Y and a substrate is moved in the direction of an optical axis by the amount of fluctuation in the direction of an optical axis of the projection optical system of the sensitization substrate by the run on the base of a substrate stage. It is characterized by having a compensation means (20, 60, 16A, 16B, 16C) to compensate the effect by run of a substrate stage. By this, since the amount of displacement of the direction of an optical axis can be predicted at the time of migration in the two-dimensional direction of a substrate stage, amendment of the direction of an optical axis of high-speed high degree of accuracy is attained.

Furthermore, it sets to the 4th aligner in this invention. The projection optical system which projects the

pattern formed in the mask (7) on a sensitization substrate (12) (11), **SU (17) and the substrate stage where it moves on the base (17) in order to move a sensitization substrate (12) within two-dimensional system of coordinates (XY system of coordinates) (15 X) It is an aligner containing 15Y and is a substrate stage (15 X) on the base (17). A storage means to memorize the variation rate of the substrate stage (15X, 15Y) of a direction (Z direction) vertical to a two-dimensional coordinate (XY coordinate) flat surface resulting from a run of 15Y (55), When moving a sensitization substrate (12) within two-dimensional system of coordinates (XY system of coordinates), it is characterized by having the control means (20) which controls the surface location of a sensitization substrate (12) based on the variation rate memorized by the storage means (55).

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-70065

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月10日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 2 6 A
G 0 3 F 7/20	5 2 1		G 0 3 F 7/20	5 2 1
9/02			9/02	H

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-225474

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 8 月27 日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

(72) 発明者 村山 正幸

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株
式会社ニコン内

(72) 発明者 今井 裕二

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株
式会社ニコン内

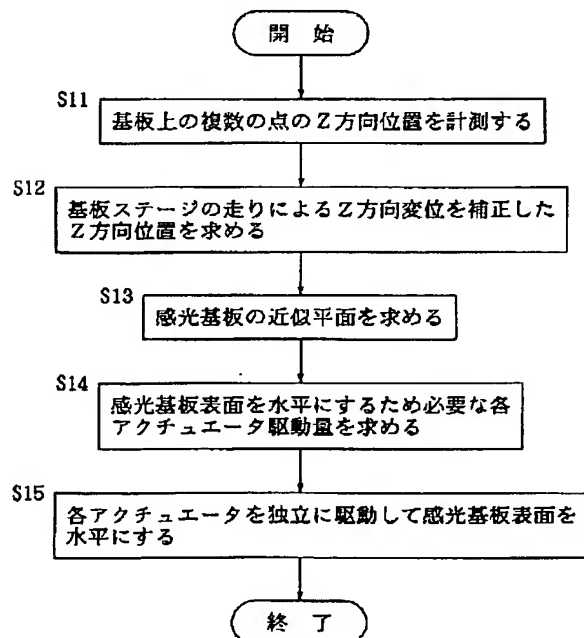
(74) 代理人 弁理士 平木 祐輔 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 露光装置

(57) 【要約】

【課題】 基板ステージの走りによる Z 方向の変位の影響を受けずにレベリング制御を行う。

【解決手段】 基板ステージの走りによる Z 方向変位をあらかじめ計測し、装置に記憶させておく。基板ステージを移動しながら実際に計測された感光基板上的複数の計測点の高さ位置から、その計測点の X Y 座標に対して記憶されている基板ステージの Z 方向変位を差し引くことで基板ステージの走りによる誤差を補正し (S 1 2)、感光基板表面の真の傾斜を求める (S 1 3)。その傾斜に基づいてレベリング制御を行う (S 1 4、S 1 5)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスクに形成されたパターンを感光基板上に投影する投影光学系と、前記感光基板を保持する載物テーブルと、2次元移動座標系に沿って前記載物テーブルを位置決めする位置決め用ステージと、前記2次元移動座標系内での前記載物テーブルの位置を検出するステージ座標計測手段と、前記2次元移動座標系に対して固定された計測点において前記感光基板の表面から所定の基準面までの前記投影光学系の光軸方向の偏差を検出する高さ計測手段と、前記位置決め用ステージに対する前記載物テーブルの傾斜を調整するレベリング手段と、前記感光基板の表面を前記基準面に一致させるために必要な前記レベリング手段の制御量を算出する演算手段と、前記演算手段の演算結果に基づいて前記レベリング手段を制御する制御手段とを含む露光装置において、前記位置決め用ステージが前記2次元移動座標系に沿って移動するとき前記計測点で生じる前記載物テーブルの光軸方向変位量を前記ステージ座標計測手段によって計測される前記載物テーブルの位置に対応させて記憶する記憶手段を備え、前記演算手段は前記高さ計測手段による計測値から前記記憶手段に記憶されている前記載物テーブルの光軸方向変位量を控除した値に基づいて前記レベリング手段の制御量を算出することを特徴とする露光装置。

【請求項2】 隣接ショットに対する焦点位置と前記記憶手段に記憶されている前記載物テーブルの光軸方向の変位量とに基づいて焦点位置を算出する手段を備えることを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体デバイスや液晶表示デバイス等を製造するためのフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置に関するものであり、特に感光基板の表面を投影光学系の結像面に一致させるためのレベリング手段を備える露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、半導体デバイス等をフォトリソグラフィ技術を用いて製造する際に、フォトリソマスク又はレチクル（以下、マスクという）に形成されたパターンを投影光学系を介してフォトレジスト等の感光剤が塗布された半導体ウエハ又はガラスプレート等の感光基板上の各ショット領域に投影露光する露光装置が使用されている。露光装置としては、2次元的に移動自在な基板ステージ上に感光基板を載置し、この基板ステージにより感光基板をステップングさせてマスクのパターン像を感光基板上の各ショット領域に順次露光する動作を繰り返す、いわゆるステップ・アンド・リピート方式の露光装置、特に縮小投影型の露光装置が多用されている。また、感光基板上の各ショット領域へのパターン露光を縮小投影で、かつ走査露光方式で行うとともに、各ショ

ット間の移動をステップング方式で行うステップ・アンド・スキャン方式の露光装置も用いられている。

【0003】一般に、露光装置においては、開口数が大きく焦点深度の浅い投影光学系が使用されるため、微細なパターンを高い解像度で転写するためには、感光基板の表面の傾斜角を投影光学系の結像面の傾斜角に平行に合わせ込むためのレベリング制御、及び感光基板の表面の高さ（焦点位置）を投影光学系の結像面の位置に合わせ込むオートフォーカス制御が必要とされる。

【0004】レベリング制御を行うためには、感光基板表面の全体又は局所的部分の平均的な傾き量を正確に計測することが必要とされる。その計測方法として従来より、特公平3-5652号公報、特公平4-42601号公報、米国特許第4,084,903号、米国特許第4,383,757号などに様々のものが提案されている。例えば、感光基板上の3個以上の点において光軸方向（Z方向）の高さ位置をエアマイクロメーター等のギャップセンサーで計測し、その計測値に基づいて感光基板表面の近似平面式を特定し、その近似平面が投影光学系の結像面に一致するように基板ステージに備えられるレベリング機構を駆動する。また、従来は、感光基板の周辺領域に存在するショット領域で、焦点位置検出光がけられるなどしてオートフォーカス制御が困難なショット領域については、そのショットに隣接するショット領域の焦点位置で露光を行っていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】感光基板のZ方向の高さ位置を計測するセンサーは装置本体に固定されていて移動させることができない。したがって、感光基板表面の複数の点のZ方向位置を計測するためには、基板ステージによって感光基板を移動させて、感光基板上の複数の点を順次センサーの計測点にもっていかなければならない。そのため、基板ステージの走り自体がZ方向に変位量を持っていると、基板ステージの走りによる感光基板表面のZ方向変位と感光基板の面内Z方向変位とを分離できないため、たとえ感光基板の表面自体はZ方向に垂直であったとしても感光基板表面が傾いていると判断してしまい、誤ったレベリング制御をしてしまうという問題があった。

【0006】図13を用いて、従来のレベリング制御の問題について説明する。ここでは、基板ステージの走り方向をX方向、光軸に平行な方向をZ方向として、破線で示す位置に計測点を有するセンサーの計測値に基づいてレベリング制御を行う様子を説明する。図13(a)～(c)は基板ステージの走りがZ方向に変位をもっていない場合のレベリング制御の概念を説明する図、図13(d)～(f)は基板ステージの走りがZ方向に変位をもっている場合のレベリング制御の概念を説明する図である。

【0007】いま、感光基板80の表面SF₁が図13

(a) に示すように傾斜していたとする。最初、基板ステージ85の移動により感光基板を実線位置に位置づけて感光基板表面SF₁の点P₁の高さ位置を計測する。点P₁のX座標はX₁であり、このときの高さ計測値はZ₁であったとする。続いて、基板ステージの移動によって感光基板80を矢印で示すように仮想線の位置まで移動して感光基板表面SF₁の別の点P₂の高さ位置を計測する。点P₂のX座標はX₂であり、高さ計測値はZ₂であるとする。

【0008】このとき露光装置は、点P₁の座標値(X₁, Z₁)と点P₂の座標値(X₂, Z₂)とから、感光基板の表面SF₁が図13(b)に示すように傾斜していると認識する。したがって、図13(c)に示すように、基板ステージのレベリング機構82a, 82bを作動させて感光基板80を載置している載物テーブル81を傾斜させ、感光基板80の表面SF₁が水平になるようにレベリング制御を行う。このように基板ステージ85の走りがZ方向に変位をもっていなければ、従来の露光装置は高さ計測値に基づいた適切なレベリング制御を行うことができる。

【0009】一方、図13(d)に波打った仮想線で示すように、基板ステージ85の走りがZ方向に変位をもっている場合には、従来の露光装置は適切なレベリング制御を行うことができない。いま、図13(d)に示すように感光基板87は面内に傾斜を有していないとする。最初、基板ステージ85の移動により感光基板87を実線のように位置づけて感光基板表面SF₂の点P₃の高さ位置を計測する。点P₃のX座標はX₃であり、このときの高さ計測値はZ₃であったとする。続いて、基板ステージの移動によって感光基板87を矢印で示すように仮想線で示される位置まで移動して感光基板表面SF₂の別の点P₄の高さ位置を計測する。このとき、基板ステージ85の走りがZ方向に変位を有しているため感光基板87はZ方向にも移動し、点P₄の高さ計測値はZ₄になったとする。点P₄のX座標はX₄である。

【0010】このとき露光装置は、点P₃の座標値(X₃, Z₃)と点P₄の座標値(X₄, Z₄)とから、感光基板の表面SF₂が実際は水平であるにもかかわらず、図13(e)に示すように傾斜していると認識する。したがって、基板ステージ85のレベリング機構82a, 82bを作動させて感光基板87を載置している載物テーブル81を傾斜させ、点P₃の高さ位置Z₃と点P₄の高さ位置Z₄を等しくするような制御を行う。その結果、図13(d)に示すように、誤ったレベリング制御が行われ、感光基板87の表面SF₂は水平から外れてしまうことになる。また、従来の露光装置は、感光基板周辺のショットで、露光位置での焦点位置検出を行わず、隣接ショットの焦点位置で露光する場合、基板ステージの走りによるZ方向変化があっても焦点位置補正がされな

いため焦点位置ずれによる不良が発生するという問題があった。

【0011】本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、基板ステージの走りによるZ方向の変位の影響を受けずにレベリング制御を行うことのできる露光装置を提供することを目的とする。また、本発明は、感光基板周辺のショットに対しても焦点ずれのない露光を行うことのできる露光装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明では、基板ステージの走りによるZ方向変位をあらかじめ計測し、装置に記憶させておくことで前記目的を達成する。この基板ステージの走りによるZ方向変位の主な原因はステージ部材の製造誤差であり、これが要因となっているXY平面のある任意の座標点におけるZ方向変位は長期的に一定である。そのため、表裏両面の平行度が既知の標準基板等を用いて、予めXY平面の複数点で基板ステージの走りに基づくZ方向変位を測定して記憶しておく。基板ステージのXY平面内のZ方向変位は装置ごとに異なるため、この計測は装置毎に行う必要がある。そして、基板ステージを移動しながら実際に計測された感光基板上の複数の計測点の高さ位置から、その計測点のXY座標に対して記憶されている基板ステージのZ方向変位を差し引くことによって感光基板表面の真の傾斜を求め、その傾斜に基づいてレベリング制御を行う。

【0013】すなわち本発明は、マスクに形成されたパターンを感光基板上に投影する投影光学系と、感光基板を保持する載物テーブルと、2次元移動座標系に沿って載物テーブルを位置決めする位置決め用ステージと、2次元移動座標系内での載物テーブルの位置を検出するステージ座標計測手段と、2次元移動座標系に対して固定された計測点において感光基板の表面から所定の基準面までの投影光学系の光軸方向の偏差を検出する高さ計測手段と、位置決め用ステージに対する載物テーブルの傾斜を調整するレベリング手段と、感光基板の表面を基準面に一致させるために必要なレベリング手段の制御量を算出する演算手段と、演算手段の演算結果に基づいてレベリング手段を制御する制御手段とを含む露光装置において、位置決め用ステージが2次元移動座標系に沿って移動するとき計測点で生じる載物テーブルの光軸方向変位量をステージ座標計測手段によって計測される載物テーブルの位置に対応させて記憶する記憶手段を備え、演算手段は高さ計測手段による計測値から記憶手段に記憶されている載物テーブルの光軸方向変位量を控除した値に基づいてレベリング手段の制御量を算出することを特徴とする。

【0014】このように基板ステージ自体の走りによるZ方向変化量を予め計測して装置に記憶させておくことで、感光基板の面内複数点でZ方向高さを測定する際

に、基板ステージの走りに起因する高さ変化量を除いた測定値を得ることができる。このため、より高精度な感光基板のレベリング制御を行うことができる。また、隣接ショットに対する焦点位置と記憶手段に記憶されている載物テーブルの光軸方向の変位量とに基づいて焦点位置を算出する手段を備えることにより、焦点検出がされていない感光基板周辺のショット領域においても、より正確な傾斜補正と焦点位置合わせが可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明による露光装置の一例の概略図である。DUV光を射出する例えばエキシマレーザーやHgランプのような光源及びオプティカル・インテグレータ等を含む光源系1からの露光用の照明光11は、第1リレーレンズ2、マスクブラインド（可変視野絞り）3、第2リレーレンズ4、ミラー5及び主コンデンサーレンズ6を介して、均一な照度分布でマスク7のパターンを照明する。マスクブラインド3の配置面はマスク7のパターン形成面とほぼ共役であり、マスクブラインド3の開口の位置及び形状により、マスク7上の照明領域8の位置及び形状が設定される。マスク7はマスクステージ9上に保持されている。

【0016】マスク7のパターン像は投影光学系11によって、フォトレジストが塗布された感光基板12上のショット領域13に投影露光される。ここで、投影光学系11の光軸に平行にZ軸を取り、その光軸に垂直な2次元平面内で図1の紙面に平行にX軸を、図1の紙面に垂直にY軸を取る。

【0017】感光基板12は、不図示の感光基板ホルダを介して載物テーブル14上に保持される。載物テーブル14は3個のZ方向に移動自在なアクチュエータ16A～16Cを介して、XY座標系内で移動自在な位置決め用ステージ上に載置されている。位置決め用ステージはYステージ15YとXステージ15Xからなり、Yステージ15Yは、Xステージ15X上に例えば送りねじ方式でY方向に移動されるように載置される。Xステージ15Xは、装置ベース17上に例えば送りねじ方式でX方向に移動されるように載置されている。3個のアクチュエータ16A～16Cを平行に伸縮させることにより、載物テーブル14のZ方向の位置（焦点位置）の調整が行われ、3個のアクチュエータ16A～16Cの伸縮量を個別に調整することにより、載物テーブル14のX軸及びY軸の回りの傾斜角の調整が行われる。

【0018】また、載物テーブル14の上端に固定されたX軸用の移動鏡22X及び外部のレーザ干渉計23Xにより、感光基板12のX座標が常時モニタされ、同様にY軸用の移動鏡22Y及び外部のレーザ干渉計23Y

（図7参照）により、感光基板12のY座標が常時モニタされ、検出されたX座標、Y座標は主制御系20に供給される。主制御系20は、供給された座標に基づいて

基板ステージ駆動系24を介してXステージ15X、Yステージ15Y及び載物テーブル14の動作を制御する。

【0019】ここで、アクチュエータ16A～16Cの構成例につき説明する。図6は、アクチュエータ16Aの断面図である。図1のYステージ15Y上に駆動機構ハウジング40が固定され、駆動機構ハウジング40内に送りねじ41が回転自在に収納され、送りねじ41の左端にカップリング42を介して回転角検出用のロータリエンコーダ43が接続され、送りねじ41の右端にカップリング44を介してロータリモータ45が接続されている。また、送りねじ41にナット39が螺合され、ナット39に支柱38を介して上端が傾斜した斜面部36Aが固定され、斜面部36Aの上端に回転体36Bが接触している。回転体36Bは、図1の載物テーブル14内に回転自在に、且つ横方向には移動できないように埋め込まれている。

【0020】また、斜面部36Aは直線ガイド37に沿って送りねじ41に平行な方向に移動できるように支持されている。図1の基板ステージ制御系24から駆動制御信号がロータリモータ45に供給され、ロータリモータ45は制御信号を受けて送りねじ41を回転する。これにより、ナット39が送りねじ41に沿ってX方向に移動し、斜面部36Aも送りねじ41に沿って移動する。従って、斜面部36Aの上端に接触する回転体36Bは、回転しながら駆動機構ハウジング40に対して上下方向（Z方向）に変位する。また、送りねじ41の回転角度をロータリエンコーダ43により計測することにより、回転体36Bの上下方向への変位量が検出される。他のアクチュエータ16B、16Cも同じ構成を有する。

【0021】なお、アクチュエータ16A～16Cは、図6のようにロータリモータを使用する方式の外に、例えば積層型圧電素子（ピエゾ素子）等を使用して構成してもよい。このようにアクチュエータ16A～16Cとして直線的に変位する駆動素子を使用する場合、Z方向の位置を検出するためのエンコーダとしては光学式又は静電容量式等のリニアエンコーダを使用することができる。

【0022】次に、感光基板12の表面のZ方向の位置（焦点位置）を検出するための多点の焦点位置検出系（以下、「多点AFセンサ」という）25の構成につき説明する。この多点AFセンサ25の光源26からは、フォトレジストに対して非感光性の検出光が照射される。検出光はコンデンサーレンズ27を介して送光スリット板28内の多数のスリットを照明し、それらスリットの像が対物レンズ29を介して、投影光学系11の光軸に対して斜めに感光基板12上のショット領域13の9個の計測点P₁₁～P₃₃に投影される。このとき、感光基板12の表面が投影光学系11の最良結像面にある

と、送光スリット板28のスリットの像が対物レンズ29によって感光基板12の表面に結像される。

【0023】図2は、感光基板12上の計測点の配置を示したものであり、図示されるようにショット領域13内には3行×3列の合計9個の計測点 $P_{11} \sim P_{33}$ が設定される。ここでは、ショット領域13内の9個の計測点での焦点位置の情報からショット領域13内での平均的な焦点位置を求める。図1に戻り、それらの計測点からの反射光が、集光レンズ30を介して振動スリット板31上に集光され、振動スリット板31上にそれら計測点

に投影されたスリット像が再結像される。振動スリット板31は、主制御系20からの駆動信号DSにより駆動される加振器32により所定方向に振動している。振動スリット板31の多数のスリットを通過した光が光電検出器33上の多数の光電変換素子によりそれぞれ光電変換され、これら光電変換信号が信号処理系34に供給され、信号処理された後に主制御部20に供給される。

【0024】図3は、図1中の送光スリット板28の略図である。送光スリット板28には、図2の感光基板上の計測点 $P_{11} \sim P_{33}$ に対応する位置にそれぞれスリット28₁₁～28₃₃が形成されている。また、図1中の振動スリット板31上にも、図4に示すように、図2の感光基板上の計測点 $P_{11} \sim P_{33}$ に対応する位置にそれぞれスリット31₁₁～31₃₃が形成され、振動スリット板31は加振器32により各スリットの長手方向に直交する計測方向に振動している。

【0025】図5は、図1中の光電検出器33及び信号処理系34を示す図である。光電検出器33上の1行目の光電変換素子33₁₁～33₁₃には、それぞれ図2の計測点 $P_{11} \sim P_{13}$ から反射されて、振動スリット板31中の対応するスリットを通過した光が入射する。光電検出器33上の2行目及び3行目の光電変換素子33₂₁～33₂₃、33₃₁～33₃₃には、それぞれ図2の計測点 $P_{21} \sim P_{23}$ 、 $P_{31} \sim P_{33}$ から反射されて、振動スリット板31中の対応するスリットを通過した光が入射する。光電変換素子33₁₁～33₃₃からの検出信号は、増幅器46₁₁～46₃₃を介して同期整流器47₁₁～47₃₃に供給される。同期整流器47₁₁～47₃₃は、それぞれ加振器32用の駆動信号DSを用いて、入力された検出信号を同期整流することにより、対応する計測点の焦点位置に所定範囲でほぼ比例して変化するフォーカス信号を生成する。ここでは、同期整流器47₁₁～47₃₃から出力されるフォーカス信号は、対応する計測点が投影光学系11の結像面（ベストフォーカス面）に合致しているときに0になるようにキャリブレーションが行われている。

【0026】同期整流器47₁₁～47₃₃から出力されるフォーカス信号は、並列にマルチプレクサ48に供給され、マルチプレクサ48は、主制御系20内のマイクロプロセッサ(MPU)50からの切り換え信号に同期して、供給されるフォーカス信号から順番に選ばれたフォーカス信号をアナログ/デジタル(A/D)変換器49

に供給し、A/D変換器49から出力されるデジタルのフォーカス信号が順次主制御系20内のメモリ51内に格納される。

【0027】図7は、3個のアクチュエータ16A～16Cの駆動系を示す。主制御系20において、メモリ51の各アドレス51₁₁～51₃₃内には、それぞれ図2の計測点 $P_{11} \sim P_{33}$ での焦点位置を示すデジタルのフォーカス信号が格納されている。各アドレス51₁₁～51₃₃から読み出されたフォーカス信号は並列に焦点位置演算部52に供給される。焦点位置演算部52では、9個の計測点 $P_{11} \sim P_{33}$ に対応する9個のフォーカス信号に基づいて、最小自乗法演算、算術平均、重み付け平均等の演算によってそのショット領域13の焦点位置z、すなわち投影光学系11のベストフォーカス面からのZ方向のずれ量を求める。

【0028】例えば最小自乗法による焦点位置zの演算は以下のようにして行われる。9個の計測点 $P_{11} \sim P_{33}$ に対応する9個のフォーカス信号から求まるベストフォーカスからのずれを各々 ΔZ_{11} 、 ΔZ_{12} 、 \dots 、 ΔZ_{33} とするとき、次式〔数1〕の値が最小となるようにして焦点位置zが決定される。

【0029】

$$\text{〔数1〕} (z - \Delta Z_{11})^2 + (z - \Delta Z_{12})^2 + \dots + (z - \Delta Z_{33})^2$$

こうして求められた焦点位置zは、レベリング制御を行うときにはレベリング演算部56に供給され、各ショットの露光を行うときにはアクチュエータ駆動量設定部57に供給される。

【0030】主制御系20内のメモリ55には、基板ステージの走りによる計測点のZ方向の変位が予め計測され、XY座標の関数 $F_z(X, Y)$ として記憶されている。データ $F_z(X, Y)$ は、例えば表裏面の平行度が既知である平坦な表面を有する標準基板を基板ステージの載物テーブル14上に載置し、基板ステージをX、Y方向に2次元移動しながら多点AF系25の中央の計測点 P_z を用いて座標(X, Y)における標準基板の焦点位置を計測することによって得ることができる。

【0031】次に、この露光装置によるレベリング制御及びショット露光時のフォーカス制御の方法について説明する。最初に、感光基板上のレベリング制御用の計測点を示す図8及びフローチャートを示す図9を用いて、レベリング制御について説明する。Xステージ15X及びYステージ15Yを駆動することにより、感光基板12上の予め定められた複数の領域、例えば図8に示す6箇所の領域 S_1 、 S_2 、 \dots 、 S_6 を順次投影光学系11の下方に移動し、多点AF系25により各領域 S_1 、 S_2 、 \dots 、 S_6 の代表位置、例えば各領域の中心位置 (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) 、 \dots 、 (X_6, Y_6) におけるベストフォーカス位置からのずれ量、すなわち焦点

位置 z_1, z_2, \dots, z_6 を求める (S11)。この焦点位置 z_1, z_2, \dots, z_6 は、主制御系20の焦点位置演算部52において、各領域 S_1, S_2, \dots, S_6 に設定される9個の計測点から得られるフォーカス信号に対して前記〔数1〕の最小自乗法等の演算をすることにより求められる。

【0032】焦点位置演算部52の出力は、レベリング演算部56に供給される。レベリング演算部56には、レーザ干渉計23X及び23Yの出力も同時に供給されており、感光基板12上の各計測領域 S_1, S_2, \dots, S_6 の代表点の座標 $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_6, Y_6)$ のデータと各計測領域の焦点位置 z_1, z_2, \dots, z_6 のデータを取得する。次いで、メモリ55に記憶されているデータを用いて下記〔数2〕のように各位置における基板ステージの走りに起因する計測領域の代表点のZ方向変位を補正して、感光基板の表面形状にのみ起因する各計測点でのベストフォーカス位置からのずれ量 $\delta Z_1, \delta Z_2, \dots, \delta Z_6$ を求める (S12)。

【0033】

〔数2〕

$$\delta Z_j = z_j - F_z(X_j, Y_j) \quad (j = 1, 2, \dots, 6)$$

こうして求められた複数の位置 $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_6, Y_6)$ におけるZ方向変位量 $\delta Z_1, \delta Z_2, \dots, \delta Z_6$ のデータを用いて、レベリング演算部56では、さらに最小自乗法により載物テーブル14上に載置された感光基板14の近似平面を求める (S13)。感光基板14の近似表面のデータはアクチュエータ駆動量設定部57に供給される。

【0034】アクチュエータ駆動量設定部57では、感光基板14の近似表面のデータ及び3本のアクチュエータ16A, 16B, 16CのXY座標データを用いて、感光基板の表面を水平、すなわち投影光学系11のベストフォーカス面に平行にするために必要な各アクチュエータ16A, 16B, 16Cの駆動量 Z_1, Z_2, Z_3 を演算する (S14)。

【0035】各アクチュエータ16A, 16B, 16Cの駆動量 Z_1, Z_2, Z_3 の指令値はコントローラ60に供給され、コントローラ60は、パワーアンプ61A, 61B, 61Cを介してアクチュエータ16A, 16B, 16Cを駆動する。また、アクチュエータ16A, 16B, 16Cの内部のロータリーエンコーダ43A~43C (図6のロータリーエンコーダ43と同じ構成のもの) からの検出信号がコントローラ60にフィードバックされている。これにより、アクチュエータ16A, 16B, 16Cは、各々アクチュエータ駆動量設置部57から指令された高さ位置まで正確に駆動される (S15)。こうしてレベリング制御は終了し、感光基板12の表面は投影光学系のベストフォーカス面と平行にされ

る。

【0036】次に、図10のフローチャートを用いて、感光基板上のショット露光時のアクチュエータによるフォーカシング制御について説明する。露光動作に入るときには、上で説明したレベリング制御は終了し、感光基板12の表面は投影光学系11のベストフォーカス面に平行になっている。

【0037】まず、基板ステージ制御系24を介してXステージ15X及びYステージ15Yを駆動制御して感光基板12のショット領域を投影光学系11の露光視野にステッピングさせる (S21)。次いで、多点AF系25によりそのショット領域の焦点位置 z を求める (S22)。ショット領域の焦点位置 z は、図2に示した9点の計測点 $P_{11} \sim P_{33}$ から得られたフォーカス信号を焦点位置演算部52で前述のように演算処理することにより求められる。焦点位置演算部52で演算された焦点位置 z の信号は今回はレベリング演算部ではなく、アクチュエータ駆動量設定部57に供給され、アクチュエータ駆動量設定部57において3個のアクチュエータ16

A, 16B, 16Cの駆動量が求められる (S23)。

【0038】レベリング制御の時は感光基板の表面を投影光学系のベストフォーカス面に平行になるようにするために3個のアクチュエータの伸縮量を独立して制御した。しかし、フォーカス制御においては、表面が既にベストフォーカス面に平行になっている感光基板を上下させてショット領域をベストフォーカス面と一致させる制御を行うものであるため、3本のアクチュエータの伸縮駆動量は等しく設定される。

【0039】各アクチュエータ16A, 16B, 16Cの駆動量の指令値はコントローラ60に供給され、コントローラ60は、パワーアンプ61A, 61B, 61Cを介してアクチュエータ16A, 16B, 16Cを指定された駆動量だけ駆動する。このときコントローラ60は、アクチュエータ16A, 16B, 16Cの内部のロータリーエンコーダ43A~43Cからフィードバックされている検出信号を用いて各アクチュエータ16A, 16B, 16Cの駆動量を正確に制御する (S24)。こうしてフォーカス制御が終了したのち、そのショット領域に対するマスクパターン像の露光が行われる (S25)。感光基板12上の全てのショット領域に対する露光が終了していなければ (S26)、ステップ21に戻って、感光基板のステップ移動、フォーカス制御、露光の動作を反復する。

【0040】次に、図11を用いて、感光基板周辺のショット領域におけるフォーカス制御について説明する。図11に示すようにショット領域が感光基板の周辺に位置しているとき、多点AFセンサ25の検出領域が感光基板の外に出てしまう場合がある。この場合には、そのショット領域で多点AFセンサ25を用いたフォーカス検出を行うことができないため、従来は隣接ショット領

域で検出された焦点位置をそのショット領域にも適用して露光することが行われていた。

【0041】例えば、ショット領域 S_{n-1} 、 S_n 、 S_{n+1} 、 S_{n+2} 、 \dots の順序で露光されるとき、ショット領域 S_n は通常のフォーカス制御を行って露光することが可能であるが、続くショット領域 S_{n+1} 及びショット領域 S_{n+2} は、感光基板12の表面から一部はずれてしまうため多点AF系25による焦点検出ができないとする。このようなとき、従来はショット領域 S_{n-1} 及びショット領域 S_{n+2} に対しては、その直前のショット領域 S_n の焦点位置 $Z(S_n)$ を適用してパターン露光を行っていた。基板ステージの走りによる Z 方向変位がなければこの方法でも焦点ずれを生じることがないが、基板ステージの走りによって Z 方向変位が発生すると、隣接ショットの焦点位置を用いて露光行くと焦点ぼけを生じてしまう。

【0042】そこで、ここでは、予め計測されてメモリ55に記憶されている、基板ステージの走りによるZ方向の変位 $F_z(X, Y)$ を利用して焦点位置制御をおこなうことで焦点ぼけの発生を防止する。すなわち、メモリ55に記憶されている $F_z(X, Y)$ から、図12に示すように、ショット領域 S_i の中心座標に対するZ方向変位 $F_z(S_i)$ 、ショット領域 S_{i+1} の中心座標に対するZ方向変位 $F_z(S_{i+1})$ 、及びショット領域 S_{i+2} の中心座標に対するZ方向変位 $F_z(S_{i+2})$ を求める。そして、ショット領域 S_i でフォーカス制御を行って露光した後、ショット領域 S_{i+1} では、ショット領域 S_i の焦点位置に次の【数3】で示される基板ステージ走りによる感光基板のZ方向変位の分だけアクチュエータ16A、16B、16Cを同時に駆動することで、基板ステージの走りによる影響を補償して露光を行う。

【0 0 4 3】

【数3】 $F_z(S_{n+1}) - F_z(S_n)$

次のショット領域 S_{n+2} の露光にあたっては、同様に、ショット領域 S_{n+1} の焦点位置に次の〔数４〕で示される基板ステージ走りによる感光基板の Z 方向変位の分だけアクチュエータ 16 A、16 B、16 C を同時に駆動し、基板ステージの走りによる影響を補償して露光を行う。

【0 0 4 4】

【数4】 $F_z(S_{n+2}) - F_z(S_{n+1})$

このように、基板ステージの走りによるZ方向変位の影響を無くす方向に感光基板12を平行移動して周辺ショットの露光をすることで、焦点位置検出を行わない場合においても、従来の方法に比較して高精度な焦点位置合わせが可能となる。なお、長期の使用等によって基板ステージが摩耗したりした場合には、表裏面の平坦度が既知の基準基板によって再度基板ステージの走りによるZ方向変位を計測し、メモリ55に記憶されているデータを更新することで対応可能である。

【0045】

【発明の効果】本発明によると、基板ステージの走りによる感光基板のZ方向変位の影響を除いてレベリング制御を行うことができるため、高精度なレベリング制御が可能となり、デバイス製造の歩留まり向上を図ることができる。また、基板ステージの2次元方向への移動時にZ方向の変位量を予測できるので、高速高精度のZ方向の補正が可能となる。さらに、感光基板の周辺領域などで、隣接するショット領域の焦点検出位置を用いて露光する場合においても高精度の焦点合わせが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による露光装置の一例の概略図。

【図2】多点A F系による感光基板上の計測点の配置を示す図。

【図3】送光スリット板の略図。

【図4】 振動スリット板の略図。

【図5】光電検出器及び信号処理系を示す図。

【図6】アクチュエータの断面図。

【図7】 3個のアクチュエータの駆動系を示す図。

【図8】レベリング制御用の計測点を示す図。

【図9】レベリング制御のフローチャート。

【図10】感光基板上のショット露光時のアクチュエータによるフォーカシング制御のフローチャート。

【図11】感光基板周辺のショット領域におけるフォーカス制御について説明する図。

【図12】各ショット領域に基板ステージ移動したとき、基板ステージの走りに起因するZ方向変位の説明図。

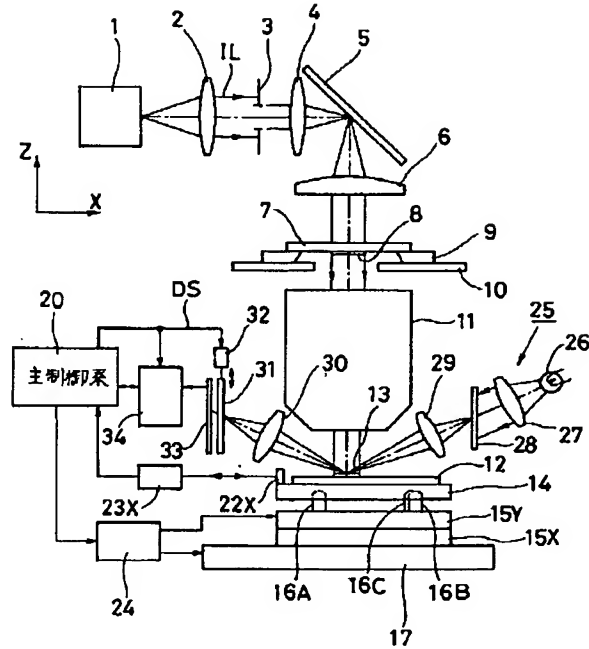
【図13】従来のレベリング制御の問題を説明する図であり、(a)～(c)は基板ステージの走りがZ方向に変位をもっていない場合のレベリング制御の概念を説明する図、(d)～(f)は基板ステージの走りがZ方向に変位をもっている場合のレベリング制御の概念を説明する図。

【符号の説明】

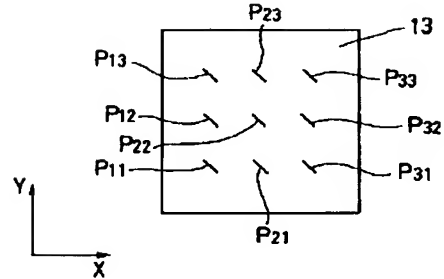
1…光源系、3…マスクブラインド、7…マスク、11…投影光学系、12…感光基板、13…ショット領域、14…載物テーブル、15 X…Xステージ、15 Y…Yステージ、16 A、16 B、16 C…アクチュエータ、17…装置ベース、20…主制御系、24…基板ステージ駆動系、25…多点AFセンサ、28…送光スリット、31…振動スリット板、32…加振器、33…光電検出器、34…信号処理系、36 A…斜面部、36 B…回転体、37…直線ガイド、38…支柱、39…ナット、40…駆動機構ハウジング、41…送りねじ、42、44…カップリング、43…ロータリエンコーダ、45…ロータリモータ、52…焦点位置演算部、55…メモリ、56…レベリング演算部、57…アクチュエータ駆動量設定部、60…コントローラ、80…感光基板、81…載物テーブル、82 a、82 b…レベリング

13
機構、85…基板ステージ、87…感光基板

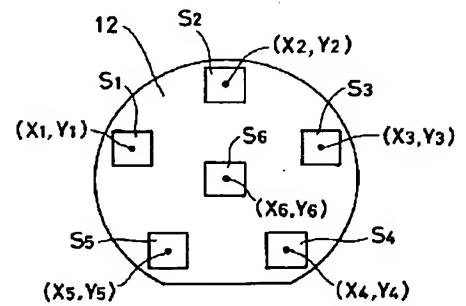
【図1】



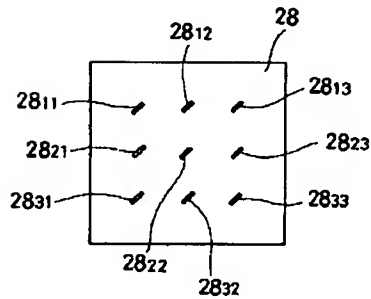
【図2】



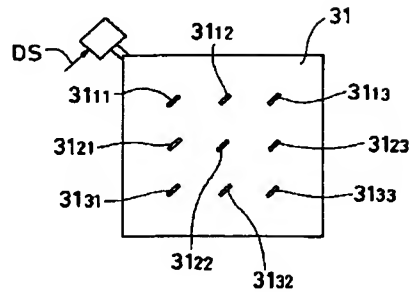
【図8】



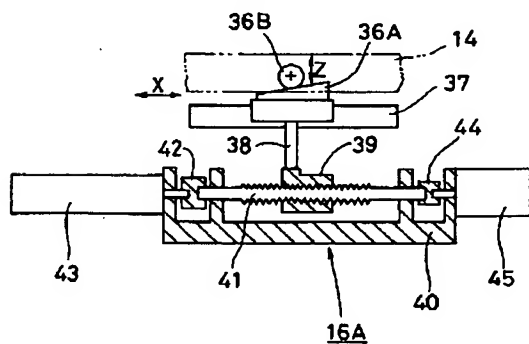
【図3】



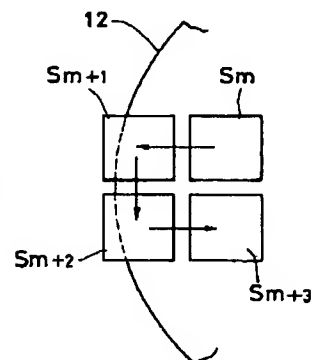
【図4】



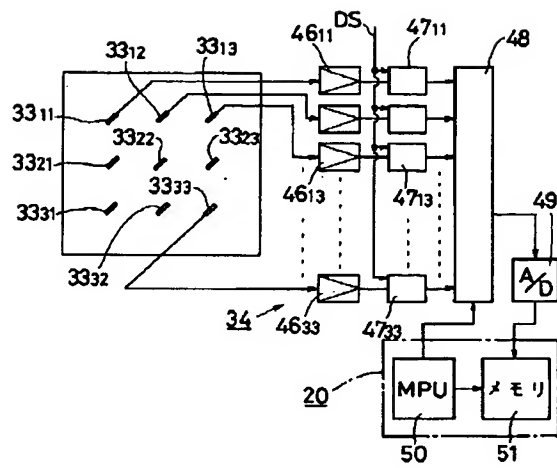
【図6】



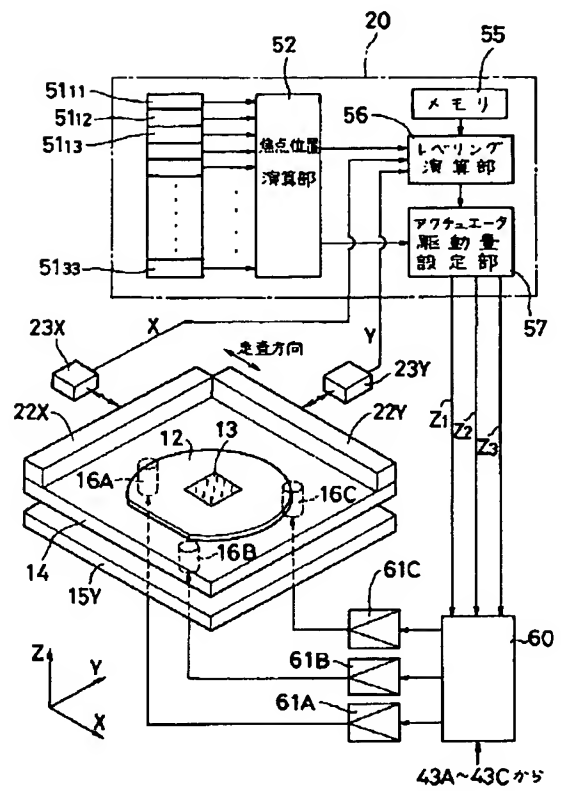
【図11】



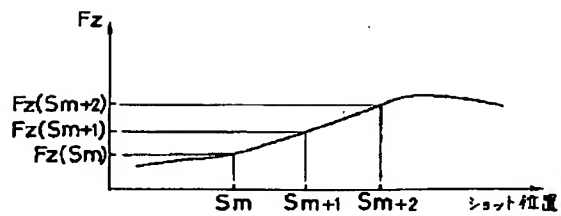
【図 5】



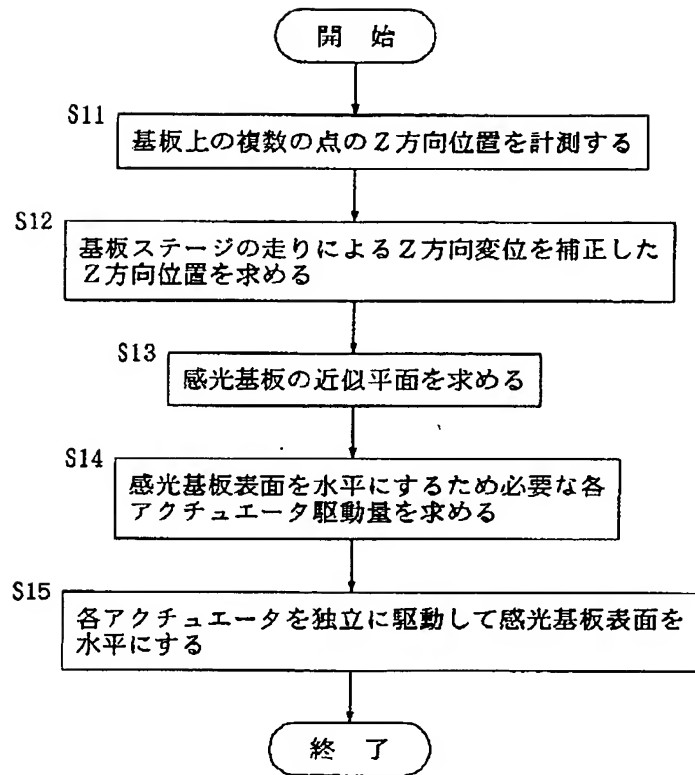
【図 7】



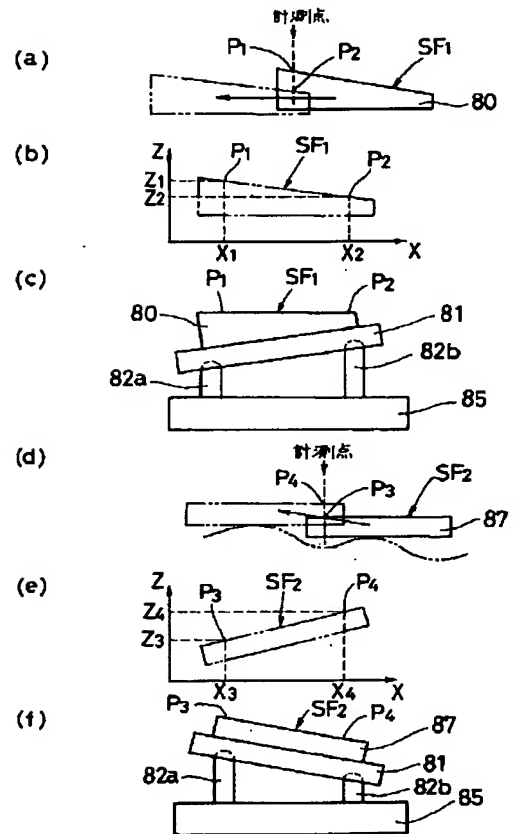
【图 12】



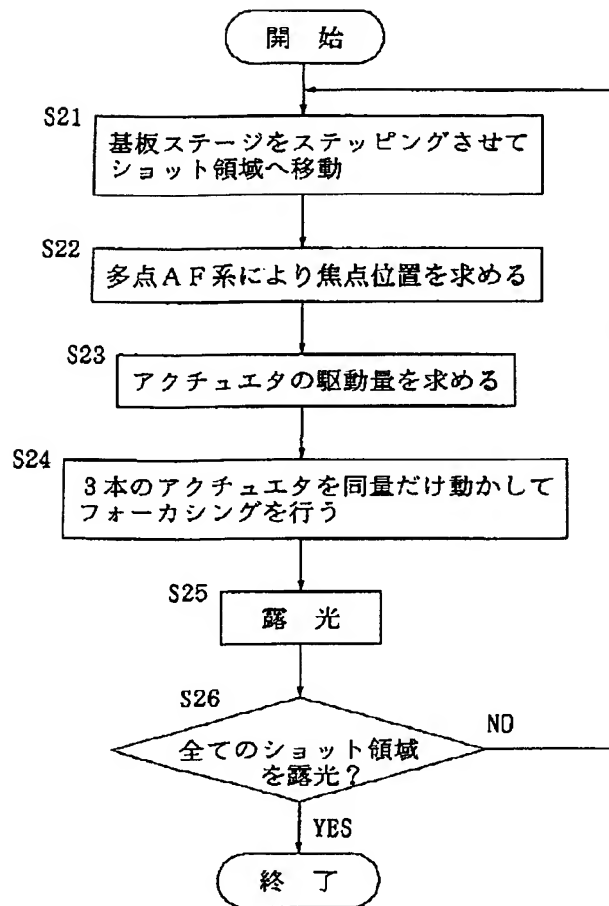
【図9】



【図13】



【図10】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載、
 【部門区分】第7部門第2区分
 【発行日】平成16年9月2日(2004.9.2)

【公開番号】特開平10-70065
 【公開日】平成10年3月10日(1998.3.10)
 【出願番号】特願平8-225474
 【国際特許分類第7版】

H O 1 L 21/027

G O 3 F 7/20

G O 3 F 9/02

【F I】

H O 1 L 21/30 5 2 6 A

G O 3 F 7/20 5 2 1

G O 3 F 9/02 H

【手続補正書】
 【提出日】平成15年8月19日(2003.8.19)
 【手続補正1】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】特許請求の範囲
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【特許請求の範囲】
 【請求項1】

マスクに形成されたパターンを感光基板上に投影する投影光学系と、前記感光基板を保持する載物テーブルと、2次元移動座標系に沿って前記載物テーブルを位置決めする位置決め用ステージと、前記2次元移動座標系内での前記載物テーブルの位置を検出するステージ座標計測手段と、前記2次元移動座標系に対して固定された計測点において前記感光基板の表面から所定の基準面までの前記投影光学系の光軸方向の偏差を検出する高さ計測手段と、前記位置決め用ステージに対する前記載物テーブルの傾斜を調整するレベリング手段と、

前記感光基板の表面を前記基準面に一致させるために必要な前記レベリング手段の制御量を算出する演算手段と、前記演算手段の演算結果に基づいて前記レベリング手段を制御する制御手段とを含む露光装置において、

前記位置決め用ステージが前記2次元移動座標系に沿って移動するとき前記計測点で生じる前記載物テーブルの前記光軸方向変位量を前記ステージ座標計測手段によって計測される前記載物テーブルの位置に対応させて記憶する記憶手段を備え、前記演算手段は前記高さ計測手段による計測値から前記記憶手段に記憶されている前記載物テーブルの光軸方向変位量を控除した値に基づいて前記レベリング手段の制御量を算出することを特徴とする露光装置。

【請求項2】

隣接ショットに対する焦点位置と前記記憶手段に記憶されている前記載物テーブルの光軸方向の変位量とに基づいて焦点位置を算出する手段を備えることを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項3】

マスクに形成されたパターンを感光基板上に投影する投影光学系と、前記感光基板を保持する載物テーブルと、2次元移動座標系に沿って前記載物テーブルを位置決めする位置決め用ステージと、前記2次元移動座標系内での前記載物テーブルの位置を検出するステージ座標計測手段と、を含む露光装置において、

前記位置決め用ステージが前記2次元移動座標系に沿って移動するとき前記計測点で生じる前記載物テーブルの前記投影光学系の光軸方向における変位量を前記ステージ座標計測手段によって計測される前記載物テーブルの位置に対応させて記憶する記憶手段を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項4】

前記感光基板の前記光軸方向における位置情報を検出する焦点位置検出系と、前記記憶手段に記憶された変位量に基づいて、前記焦点検出系で検出された位置情報を補正する制御手段とをさらに有することを特徴とする請求項3に記載の露光装置。

【請求項5】

前記焦点検出系は、前記感光基板上の複数の計測点に検出光を照射する照射系と、前記各計測点での反射光を検出する検出系とを有することを特徴とする請求項4に記載の露光装置。

【請求項6】

前記感光基板を露光処理する際、前記記憶手段に記憶された変位量に基づいて、前記ステージ座標計測手段によって計測される前記載物テーブルの位置に対応して前記感光基板の前記光軸方向における位置を調整する調整手段をさらに有することを特徴とする請求項3に記載の露光装置。

【請求項7】

マスクに形成されたパターンを感光基板上に投影する投影光学系と、ベースと、前記感光基板を載置して前記ベース上を2次元移動可能な基板ステージとを含む露光装置において

、前記基板ステージの前記ベース上での走りによる前記感光基板の前記投影光学系の光軸方向における変動量分だけ前記基板を前記光軸方向に移動し、前記基板ステージの走りによる影響を補償する補償手段を有することを特徴とする露光装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

すなわち本発明における第1の露光装置は、マスク(7)に形成されたパターンを感光基板(12)上に投影する投影光学系(11)と、感光基板を保持する載物テーブル(14)と、2次元移動座標系に沿って載物テーブルを位置決めする位置決め用ステージ(15 X、15 Y)と、2次元移動座標系内での載物テーブルの位置を検出するステージ座標計測手段(23 X、23 Y)と、2次元移動座標系に対して固定された計測点において感光基板の表面から所定の基準面までの投影光学系の光軸方向の偏差を検出する高さ計測手段(25)と、位置決め用ステージに対する載物テーブルの傾斜を調整するレベリング手段(16 A、16 B、16 C)と、感光基板の表面を基準面に一致させるために必要なレベリング手段の制御量を算出する演算手段(20)と、演算手段の演算結果に基づいてレベリング手段を制御する制御手段(60)とを含む露光装置において、位置決め用ステージが2次元移動座標系に沿って移動するとき計測点で生じる載物テーブルの光軸方向変位量をステージ座標計測手段によって計測される載物テーブルの位置に対応させて記憶する記憶手段(55)を備え、演算手段は高さ計測手段による計測値から記憶手段に記憶されている載物テーブルの光軸方向変位量を控除した値に基づいてレベリング手段の制御量を算出することを特徴とする。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

このように基板ステージ自体の走りによるZ方向変化量を予め計測して装置に記憶させておくことで、感光基板の面内複数点でZ方向高さを測定する際に、基板ステージの走りに起因する高さ変化量を除いた測定値を得ることができる。このため、より高精度な感光基板のレベルング制御を行うことができる。また、隣接ショットに対する焦点位置と記憶手段に記憶されている載物テーブルの光軸方向の変位量とに基づいて焦点位置を算出する手段を備えることにより、焦点検出がされていない感光基板周辺のショット領域においても、より正確な傾斜補正と焦点位置合わせが可能となる。

また、本発明における第2の露光装置は、マスク(7)に形成されたパターンを感光基板(12)上に投影する投影光学系(11)と、感光基板を保持する載物テーブル(14)と、2次元移動座標系に沿って載物テーブルを位置決めする位置決め用ステージ(15X、15Y)と、2次元移動座標系内での載物テーブルの位置を検出するステージ座標計測手段(23X、23Y)と、を含む露光装置において、位置決め用ステージが2次元移動座標系に沿って移動するとき計測点で生じる載物テーブルの投影光学系の光軸方向における変位量をステージ座標計測手段によって計測される載物テーブルの位置に対応させて記憶する記憶手段(55)を備えることを特徴とするものである。このことにより、感光基板の2次元方向への移動時に光軸方向の変位量を予測できるので、高速高精度の光軸方向の補正が可能となる。

なお、感光基板の前記光軸方向における位置情報を検出する焦点位置検出系(25)と、記憶手段に記憶された変位量に基づいて、焦点検出系で検出された位置情報を補正する制御手段(20)とをさらに有することが好ましい。また、焦点検出系は、感光基板上の複数の計測点に検出光を照射する照射系(26～29)と、各計測点での反射光を検出する検出系(30～33)とを有することが好ましい。また、感光基板を露光処理する際、記憶手段に記憶された変位量に基づいて、ステージ座標計測手段によって計測される載物テーブルの位置に対応して感光基板の光軸方向における位置を調整する調整手段(20、60、16A、16B、16C)をさらに有することが好ましい。

さらに、本発明における第3の露光装置においては、マスク(7)に形成されたパターンを感光基板(12)上に投影する投影光学系(11)と、ベース(17)と、感光基板を載置してベース上を2次元移動可能な基板ステージ(14、15X、15Y)とを含む露光装置であって、基板ステージのベース上での走りによる感光基板の投影光学系の光軸方向における変動量分だけ基板を光軸方向に移動し、基板ステージの走りによる影響を補償する補償手段(20、60、16A、16B、16C)を有することを特徴とするものである。このことにより、基板ステージの2次元方向への移動時に光軸方向の変位量を予測できるので、高速高精度の光軸方向の補正が可能となる。

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成17年7月21日(2005.7.21)

【公開番号】特開平10-70065

【公開日】平成10年3月10日(1998.3.10)

【出願番号】特願平8-225474

【国際特許分類第7版】

H O 1 L 21/027

G O 3 F 7/20

G O 3 F 9/02

【F I】

H O 1 L 21/30 5 2 6 A

G O 3 F 7/20 5 2 1

G O 3 F 9/02 H

【手続補正書】

【提出日】平成16年12月3日(2004.12.3)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

マスクに形成されたパターンを感光基板上に投影する投影光学系と、前記感光基板を保持する載物テーブルと、2次元移動座標系に沿って前記載物テーブルを位置決めする位置決め用ステージと、前記2次元移動座標系内での前記載物テーブルの位置を検出するステージ座標計測手段と、前記2次元移動座標系に対して固定された計測点において前記感光基板の表面から所定の基準面までの前記投影光学系の光軸方向の偏差を検出する高さ計測手段と、前記位置決め用ステージに対する前記載物テーブルの傾斜を調整するレベリング手段と、

前記感光基板の表面を前記基準面に一致させるために必要な前記レベリング手段の制御量を算出する演算手段と、前記演算手段の演算結果に基づいて前記レベリング手段を制御する制御手段とを含む露光装置において、

前記位置決め用ステージが前記2次元移動座標系に沿って移動するとき前記計測点で生じる前記載物テーブルの前記光軸方向変位量を前記ステージ座標計測手段によって計測される前記載物テーブルの位置に対応させて記憶する記憶手段を備え、前記演算手段は前記高さ計測手段による計測値から前記記憶手段に記憶されている前記載物テーブルの光軸方向変位量を控除した値に基づいて前記レベリング手段の制御量を算出することを特徴とする露光装置。

【請求項2】

隣接ショットに対する焦点位置と前記記憶手段に記憶されている前記載物テーブルの光軸方向の変位量とに基づいて焦点位置を算出する手段を備えることを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項3】

マスクに形成されたパターンを感光基板上に投影する投影光学系と、前記感光基板を保持する載物テーブルと、2次元移動座標系に沿って前記載物テーブルを位置決めする位置決め用ステージと、前記2次元移動座標系内での前記載物テーブルの位置を検出するステージ座標計測手段と、を含む露光装置において、

前記位置決め用ステージが前記２次元移動座標系に沿って移動するとき前記計測点で生じる前記載物テーブルの前記投影光学系の光軸方向における変位量を前記ステージ座標計測手段によって計測される前記載物テーブルの位置に対応させて記憶する記憶手段を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項４】

前記感光基板の前記光軸方向における位置情報を検出する焦点位置検出系と、
前記記憶手段に記憶された変位量に基づいて、前記焦点検出系で検出された位置情報を補正する制御手段とをさらに有することを特徴とする請求項３に記載の露光装置。

【請求項５】

前記焦点検出系は、前記感光基板上の複数の計測点に検出光を照射する照射系と、前記各計測点での反射光を検出する検出系とを有することを特徴とする請求項４に記載の露光装置。

【請求項６】

前記感光基板を露光処理する際、前記記憶手段に記憶された変位量に基づいて、前記ステージ座標計測手段によって計測される前記載物テーブルの位置に対応して前記感光基板の前記光軸方向における位置を調整する調整手段をさらに有することを特徴とする請求項３に記載の露光装置。

【請求項７】

マスクに形成されたパターンを感光基板上に投影する投影光学系と、ベースと、前記感光基板を載置して前記ベース上を２次元移動可能な基板ステージとを含む露光装置において、

前記基板ステージの前記ベース上での走りによる前記感光基板の前記投影光学系の光軸方向における変動量分だけ前記基板を前記光軸方向に移動し、前記基板ステージの走りによる影響を補償する補償手段を有することを特徴とする露光装置。

【請求項８】

マスクに形成されたパターンを感光基板上に投影する投影光学系と、ベースと、前記感光基板を２次元座標系内で移動するために前記ベース上で移動する基板ステージとを含む露光装置において、

前記ベース上での前記基板ステージの走りに起因する、前記２次元座標平面に垂直な方向の前記基板ステージの変位を記憶する記憶手段と、

前記感光基板を前記２次元座標系内で移動するときに、前記記憶手段に記憶された変位に基づいて、前記感光基板の表面位置を制御する制御手段と、
を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項９】

前記記憶手段は、前記２次元座標系内の座標と対応させて前記変位を記憶する請求項８に記載の露光装置。

【請求項１０】

前記基板ステージの走りに起因する、前記２次元座標平面に垂直な方向の前記基板ステージの変位は、前記ベース上で前記基板ステージを２次元移動しながら計測される請求項８又は９記載の露光装置。

【請求項１１】

前記２次元座標平面に垂直な方向に関する前記感光基板の表面の位置を複数の検出点で検出する焦点位置検出系を備え、

前記制御手段は、前記記憶手段に記憶された変位と、前記焦点位置検出系の検出結果に基づいて、前記感光基板の表面位置を制御する請求項８～１０のいずれか一項記載の露光装置。

【手続補正２】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００１４

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

このように基板ステージ自体の走りによるZ方向変化量を予め計測して装置に記憶させておくことで、感光基板の面内複数点でZ方向高さを測定する際に、基板ステージの走りに起因する高さ変化量を除いた測定値を得ることができる。このため、より高精度な感光基板のレベリング制御を行うことができる。また、隣接ショットに対する焦点位置と記憶手段に記憶されている載物テーブルの光軸方向の変位量とに基づいて焦点位置を算出する手段を備えることにより、焦点検出がされていない感光基板周辺のショット領域においても、より正確な傾斜補正と焦点位置合わせが可能となる。

また、本発明における第2の露光装置は、マスク(7)に形成されたパターンを感光基板(12)上に投影する投影光学系(11)と、感光基板を保持する載物テーブル(14)と、2次元移動座標系に沿って載物テーブルを位置決めする位置決め用ステージ(15 X、15 Y)と、2次元移動座標系内での載物テーブルの位置を検出するステージ座標計測手段(23 X、23 Y)と、を含む露光装置において、位置決め用ステージが2次元移動座標系に沿って移動するとき計測点で生じる載物テーブルの投影光学系の光軸方向における変位量をステージ座標計測手段によって計測される載物テーブルの位置に対応させて記憶する記憶手段(55)を備えることを特徴とするものである。このことにより、感光基板の2次元方向への移動時に光軸方向の変位量を予測できるので、高速高精度の光軸方向の補正が可能となる。

なお、感光基板の前記光軸方向における位置情報を検出する焦点位置検出系(25)と、記憶手段に記憶された変位量に基づいて、焦点検出系で検出された位置情報を補正する制御手段(20)とをさらに有することが好ましい。また、焦点検出系は、感光基板上の複数の計測点に検出光を照射する照射系(26~29)と、各計測点での反射光を検出する検出系(30~33)とを有することが好ましい。また、感光基板を露光処理する際、記憶手段に記憶された変位量に基づいて、ステージ座標計測手段によって計測される載物テーブルの位置に対応して感光基板の光軸方向における位置を調整する調整手段(20、60、16 A、16 B、16 C)をさらに有することが好ましい。

さらに、本発明における第3の露光装置においては、マスク(7)に形成されたパターンを感光基板(12)上に投影する投影光学系(11)と、ベース(17)と、感光基板を載置してベース上を2次元移動可能な基板ステージ(14、15 X、15 Y)とを含む露光装置であって、基板ステージのベース上での走りによる感光基板の投影光学系の光軸方向における変動量分だけ基板を光軸方向に移動し、基板ステージの走りによる影響を補償する補償手段(20、60、16 A、16 B、16 C)を有することを特徴とするものである。このことにより、基板ステージの2次元方向への移動時に光軸方向の変位量を予測できるので、高速高精度の光軸方向の補正が可能となる。

さらに、本発明における第4の露光装置においては、マスク(7)に形成されたパターンを感光基板(12)上に投影する投影光学系(11)と、ベース(17)と、感光基板(12)を2次元座標系(XY座標系)内で移動するためにベース(17)上で移動する基板ステージ(15 X、15 Y)とを含む露光装置であって、ベース(17)上での基板ステージ(15 X、15 Y)の走りに起因する、2次元座標(XY座標)平面に垂直な方向(Z方向)の基板ステージ(15 X、15 Y)の変位を記憶する記憶手段(55)と、感光基板(12)を2次元座標系(XY座標系)内で移動するときに、記憶手段(55)に記憶された変位に基づいて感光基板(12)の表面位置を制御する制御手段(20)を備えたことを特徴とするものである。